المناخ

وعمارة المناطق الحارة

د. م. شفق العوضى الوكيل   د. م. محمد عبد الله سراج

الناشر



المناخ

وعمارة المناطق الحارة

المنـــــاخ
وعمارة المناطق الحارة

تأليف

دكتورة مهندسة شفق العوضى الوكيل

دكتور مهندس محمد عبد الله سراج

الطبعة الثالثة

١٩٨٩



المناخ وعمارة المناطق الحارة
المؤلفان : د.م. شفق العوضى الوكيل ، د.م. محمد عبد الله سراج
الطبعة الثالثة ١٩٨٩م
عالم الكتب - ٣٨ عبد الخالق ثروت - القاهرة
ص . ب . : ٦٦ محمد فريد - ت : ٣٩٢٦٤٠١

إهداء :

إلى المعلم العظيم

والشاعر العبقري

والأب الحنون

الأستاذ العوضي الوكيل رحمه الله

المؤلفان :

دكتورة مهندسة شفق العوضى الوكيل :

أستاذ مساعد بقسم التخطيط العمرانى بجامعة عين شمس .

- بكالوريس الهندسة المعمارية - جامعة عين شمس ١٩٧١ .
- ماجستير فى العمارة - جامعة عين شمس ١٩٧٥ .
- دكتوراه فى العمارة وتخطيط المدن - جامعة شتوتجارت ، ألمانيا الغربية ١٩٨٠ .
- نُشر لها عدة بحوث ومقالات علمية فى مجالى التخطيط والعمارة فى المجلات المعمارية العالمية والمحلية .
- اشتركت فى تصميم وتخطيط بعض المناطق بالمدن الجديدة ، وبعض القرى الصحراوية .
- قامت بتدريس مواد الظل والمنظور والتصميم المعمارى والتصميمات التنفيذية بكلية الهندسة ، وكذلك مادة التحكم البيئى لطلبة الدراسات العليا بالقسم ، كما قامت بصفتها أستاذاً زائراً بتدريس مواد تخطيط المدن والتصميم المعمارى والتصميمات التنفيذية والشكل والإنشاء فى العمارة بجامعة الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٤ . وتقوم الآن بتدريس التصميم المعمارى وتخطيط المدن والتقنية وصناعة البناء بقسم التخطيط العمرانى .
- فازت بعدة جوائز فى مسابقات معمارية .

دكتور مهندس محمد عبد الله سراج :

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية بجامعة الأزهر .

- بكالوريس الهندسة المعمارية - جامعة عين شمس ١٩٦٦ .
- ماجستير فى العمارة - جامعة الأزهر ١٩٧٣ .
- دكتوراه فى تخطيط المدن والعمارة - جامعة شتوتجارت ، ألمانيا الغربية ١٩٨٠ .
- نُشرت له عدة بحوث ومقالات علمية فى مجالى التخطيط والعمارة .
- اشترك فى تصميم وتخطيط بعض المناطق بالمدن الجديدة .
- يقوم بتدريس مواد التصميم المعمارى وتخطيط المدن بقسم العمارة بجامعة الأزهر ، كما عمل أستاذاً زائراً فى جامعة الإمارات العربية المتحدة ، وقام بتدريس مواد تخطيط المدن والتصميم المعمارى والتصميمات التنفيذية . كما عمل أستاذاً زائراً بجامعة شتوتجارت بألمانيا الغربية ، حيث ألقى عدة محاضرات عن التخطيط فى مصر والمنطقة العربية ، والإشراف على بحوث طلبة الدبلوم فى هذا المجال .
- فاز بعدة جوائز فى مسابقات معمارية .

تمهيد

تقع معظم الدول النامية ومن بينها مصر والعالم العربى بين مدارى الجدى والسرطان ، وهى المنطقة التى يطلق عليها المنطقة ذات المناخ الحار ، حيث تزداد فيها الحرارة عن أى منطقة أخرى فى العالم ، كما تتباين الرطوبة النسبية فيها بين المنخفضة (الجو الجاف) والعالية (الجو الرطب) . ويؤثر هذا المناخ على طبيعة الحياة فى هذه المنطقة مما يستدعى محاولة التكيف معه أو معالجته فى أمور كثيرة وخاصة فى مجال العمارة وتخطيط المدن .

وقد تمت فى الماضى وعلى مدى عصور متعاقبة إجراءات وأساليب خاصة ، ثبت نجاحها بالرغم من بساطتها ؛ وذلك للمعالجة المناخية سواء على مستوى الوحدة السكنية الصغيرة أو على مستوى التجمع الحضرى فى الريف أو المدينة .

ومع الزيادة المطّردة فى حجم البناء فى هذه المنطقة ، ونتيجة للاستعانة بخبراء ومهندسى العمارة من الدول المتقدمة بدعوى مسايرة روح العصر والتقدم الحضارى ، وما قدمه بعض هؤلاء المهندسين من « أفكار جديدة » والتقليد الأعمى لمهندسى البلاد النامية لهم ، فقد ظهرت « مبانٍ ومدن حديثة » استخدمت أساليب التقدم التكنولوجى الحديث فى خلق الفراغ الداخلى المكيف صناعياً ، بدون الأخذ فى الاعتبار طبيعة الظروف المناخية المحيطة والوضع الاقتصادى المتأزم لهذه الدول .

وكان النقص الواضح الذى تعانى منه المكتبة العربية فيما يخص المؤلفات الدراسية المتخصصة التى توضح قواعد التصميم المناخى فى المناطق الحارة هو الباعث لتأليف هذا الكتاب ؛ بهدف التعرف على الظروف المناخية لتلك المنطقة ، ومحاولة الاستفادة من مزاياها ، وتفادى عيوبها بالاستعانة بخبرات الماضى وتجاربه الناجحة

حتى يكون المنطلق هو الانتماء إلى البيئة ، والتأكيد على تطوير هذه الخبرات والأساليب بما فى روح العصر من فكر وتكنولوجيا .

ذلك كله ليستفيد منه الطالب والمهندس والمهتمون بالبناء وتخطيط المدن ، ويكون القاعدة التى يعتمدون عليها فى تصميماتهم ومشاريعهم القادمة ، وحتى لا تتكرر الأخطاء السابقة فى طرح « الأفكار الجديدة » .

ويود المؤلفان بعد أن بذلا الجهد فى سبيل إخراج هذا الكتاب بصورة لائقة أن تلقوا استفسارات وتعليقات ونقد السادة القراء عن المحتوى وطريقة الإخراج بهدف الاستفادة منها فى تطوير الطبعات القادمة والوصول إلى المستوى الذى يشرف المكتبة العربية ، وما التوفيق إلا من عند الله .

القاهرة فى ديسمبر ١٩٨٨

المؤلفان
د . م . شفق العوضى الوكيل
د . م . محمد عبد الله سـراج

محتويات الكتاب

الصفحة

تمهيد

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الأول : الإنسان والمناخ

- المقدمة
- الأقاليم المناخية المختلفة فى العالم
- المنطقة الحارة وإقليماها
  * جغرافية المنطقة الحارة
- المناخ المصغر
- المناخ وتأثيره على البيئة الطبيعية
- العوامل المناخية المؤثرة على التصميم

الفصل الأول

الإنسان والمناخ

مقدمة

اهتم الانسان منذ بدء الخليقة باعداد المكان الذى يوفر له الحماية من الظروف المناخية المتقلبة المحيطة به ، كمحاولة منه لخلق البيئة المحدودة الملائمة لتأدية كافة نشاطاته المختلفة . وقد تطورت هذه المحاولات من البدائية التلقائية وتقليد الطبيعة إلى التعايش وتفهم الظواهر المناخية المحيطة ومحاولة التكيف معها باستخدام مواد البناء المتاحة بعد التعرف على خصائصها ، وأيضا باستخدام أساليب ووسائل بسيطة – لا دخل للآلة أو الطاقة الصناعية فيها – تعالج الظروف المناخية طبيعيا لخلق الجو الملائم فى الفراغ الداخلى .

وبسبب التنوع والتباين فى المناطق المناخية على سطح الكرة الأرضية ، كان الاختلاف فى أساليب معالجة المناخ ، حيث توجد الوسائل الخاصة بالمناطق الباردة ، وتلك الخاصة بالمناطق الحارة الجافة ، والحارة الرطبة . ومن الملاحظ أن أساس الفكرة فى أسلوب المعالجة واحد بالنسبة للمنطقة الواحدة ولا تختلف إلاّ فى الشكل والمنظر العام وتبعاً لعادات وتقاليد كل منطقة .

وعموماً فقد استمرت هذه الأساليب وما تبعها من تطوير إلى أن ظهرت الآلة ومصادر الطاقة الصناعية ، وصاحب هذا إهتمام بدراسة الظواهر المناخية بأسلوب علمى عن طريق الرصد وتحليل البيانات .

وفى الوقت نفسه أستحدثت مواد وأساليب إنشائية جديدة فى العمارة ، مما ساعد على تطوير التشكيل المعمارى والتحرر فى التصميم ، الذى أدى إلى إمكان

استعمال المسطحات الزجاجية الكبيرة فى الفتحات أو حتى تكسية واجهات المبنى كلها بالزجاج .

ومع وجود هذه العوامل معا وتأثيرها التبادلى استطاع إنسان العصر الحديث أن يتحكم فى الجو الداخلى للفراغ صناعياً باستعمال أجهزة التكييف . وأمكن بذلك بناء نفس المبنى فى أى منطقة مناخية بالعالم بدون وضع أى اعتبار لاختلاف درجات الحرارة ونسب الرطوبة للمناطق المختلفة .

ورغم سهولة الاستفادة من الوضع السابق بإمكاناته الحديثة ، فقد ترتب على ذلك خلق مشاكل أصبح لزاماً ايجاد الحلول المناسبة لها وخاصة بالنسبة للمناطق الحارة .

فبعد أن كان توزيع الفتحات والمسطحات المصمتة يتلاءم مع الظروف المناخية المحيطة وبالتإلى يؤدى إلى حماية الفراغ الداخلى ، أصبحت المشكلة هى تلافى العيوب الناتجة عن استعمال الحوائط الخارجية ذات السُمْك الرفيع ، وكذلك الحمل الحرارى الزائد فى الفراغ الداخلى لاستعمال مسطحات الزجاج الكبيرة ، وذلك فى المناطق الحارة الجافة .

ويأتى هذا طبعاً على حساب أجهزة التكييف واستهلاك الطاقة ، وقد يكون هذا مقبولا فى الدول الغنية ، إلا أنه بالتأكيد لا يتلاءم مع إمكانات الدول الفقيرة بالعالم الثالث . كما أن أجهزة التكييف يمكن أن يصيبها العطل الذى قد يستمر فترة كبيرة وخاصة فى حالة عدم توفر العمالة الجيدة للصيانة أو قطع الغيار اللازمة للإصلاح . كذلك فإنه من الظواهر المألوفة فى الدول النامية ازدياد الحمل على الشبكات الكهربائية معظم فترات السنة وخاصة فى فصل الصيف مما يسبب الانقطاع المستمر للتيار الكهربائى وتعطل أجهزة التكييف .

يضاف إلى ذلك ظهور أزمة الطاقة العالمية الحالية ، وأثرها الواضح فى كافة المجالات مما دعا إلى محاولة الحفاظ على الطاقة وترشيدها ، وقد أثر هذا تأثيراً سيئاً على فكرة تكييف الهواء صناعياً لازدياد تكلفتها وعدم اقتصاديتها .

وقد ترتب على هذا كله الرجوع إلى الطبيعة ومحاولة استغلال مصادرها للحصول على الطاقة اللازمة من الشمس والرياح مثلا . وقد ظهر هذا الاتجاه فى معظم الدول الغنية ، فاستُغلت هذه المصادرُ وغيرُها للحصول على الطاقة الكهربائية ، وكذلك فى عمليات التدفئة والتسخين ، بما يتلاءم مع طبيعة مناخ هذه البلاد التى تقع معظمها فى المنطقة المعتدلة وحدود المنطقة الباردة .

أما بالنسبة للدول النامية التى يقع معظمها فى المنطقة الحارة فإن الوضع بالنسبة لاستغلال مصادر الطاقة الطبيعية يكون أكثر تميزاً بالنظر إلى شدة وفترات سطوع الشمس طوال النهار .

ولتحقيق البيئة المناخية والفراغ الداخلى المناسب للراحة الحرارية للإنسان ، يجب التعرف على المنطقة المناخية التى يعيش فيها وتحليل خصائصها للاستفادة بما لها من مميزات وتلافى ما بها من عيوب . كما يجب دراسة تأثير هذه الظروف المناخية على المبنى ومحاولة الاستفادة منها أو علاجها أو التحكم السلبى فيها عن طريق الدراسة العلمية للعناصر المعمارية للمبنى ، حتى يتسنى تحقيق التصميم الأنسب الذى يعمل على الحفاظ على معدل مناسب للحرارة ونسبة ملائمة للرطوبة داخل المبنى يتلاءم مع الراحة لجسم الانسان وأثر ذلك من انعكاس على طاقته الانتاجية وكفاءته فى كافة النشاطات ، وذلك بدون اللجوء إلى الوسائل الميكانيكية أو الصناعية .

وتجدر الإشارة إلى أن المناخ ليس هو فقط الذى يجب دراسته حتى يتسنى الوصول إلى التصميم الأنسب ، وانما هى مجموعة من المعلومات العلمية الاساسية التى يجب أن يلم بها المعمارى ولها ارتباط وثيق بالمناخ والعمارة وهى :

علم الجغرافيا بأقسامه الطبيعية والسكانية .. إلخ .

علم الطبيعة .

علم الميتورولوجيه أو طبيعة الجو .

علم الاجتماع .

علم البيولوجى ووظائف الأعضاء .

وهذه العلوم يمكن أن تصل مباشرة للمعمارى ، إلا أن العصر الحديث بتخصصاته الدقيقة يمنعه من دراستها باستفاضة وعمق . وبالامكان أن تتوفر هذه العلوم للمعمارى فى هيئة قوانين أو معلومات جامدة وضعت بمعرفة هيئة بحث قد لا تكون على صلة وثيقة بمتطلبات المعمارى فى هذه العلوم .

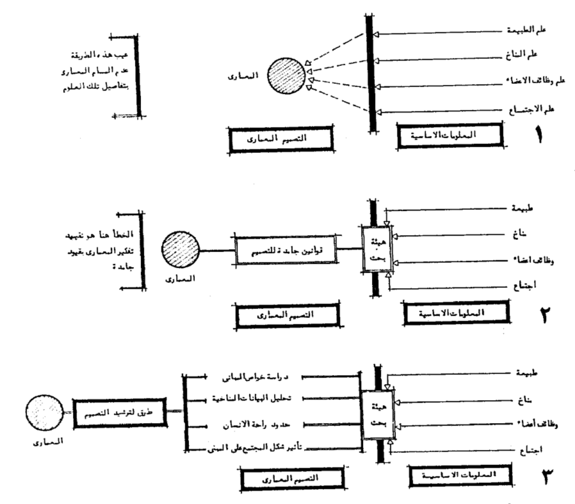
أو يتم تكليف هيئة بحث باعداد معلومات ملخصة عن هذه العلوم وعلاقتها بالعمارة وذلك فى صورة مفهومة ومبسطة بحيث يمكن استعمالها بسهولة من قبل المعمارى وهذه هى الطريقة المتبعة غالباً فى هذا المجال (شكل ١) .

أما بالنسبة لدراسات المناخ وعلاقته بالانسان والفراغ الذى يعيش فيه (المبنى والبيئة) فهناك مجموعة من المعلومات يجب التحقق منها قبل البدء فى دراسة المناخ وتصميم المبنى فى منطقة ما . ويمكن وضعها فى رسم تحليلى لبيان تسلسلها وعلاقتها التبادلية مع بعضها البعض ، (شكل ٢) .

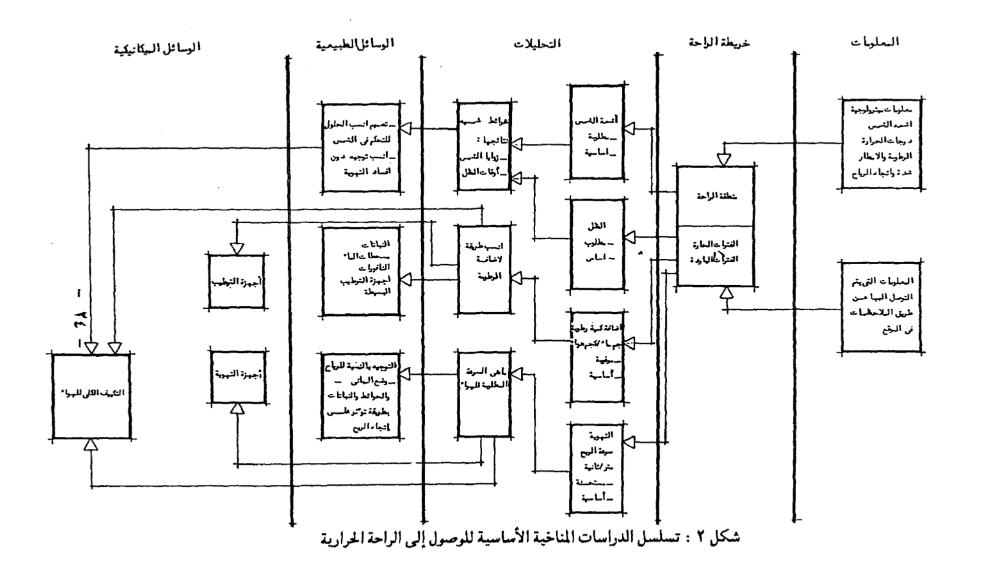
الأقاليم المناخية المختلفة فى العالم :

من المعروف أن الطقس فى أى مكان يتغير كل يوم ، وأحياناً كل ساعة . ومجمل هذه التغيرات يعبر عن المناخ الذى يُعرَّف بأنه معدل حالة الطقس فى منطقة معينة لعدة سنين متتالية تصل إلى حوالى ٣٠ سنة وأكثر . ويعبر عن هذه المعدلات بالأرقام ليسهل إيضاحها ومقارنتها ، وتدوَّن فى جداول خاصة تصدرها محطات الأرصاد الجوية .

وكما يتغير الطقس فى نطاق منطقة محددة فإن المناخ أيضا يتغير من منطقة إلى منطقة على سطح الكرة الأرضية . وهذه التغيرات تنتج أساساً وبشكل مبدئى من اختلاف كميات الاشعاع الشمسى الذى تتلقاه الأجزاء المختلفة من سطح الأرض . ولو كان هذا هو العامل الوحيد الذى يتحكم فى المناخ لتماثلت درجات الحرارة فى معدلها فى كافة مناطق خطوط العرض الواحد . إلاأن هناك عاملاً آخر غاية فى الأهمية ، وهو



شكل ١ : ترشيد التصميم المعمارى وموقع الدراسات المناخية من سلسلة الدراسات



شكل ٢ : تسلسل الدراسات المناخية الأساسية للوصول إلى الراحة الحرارية

حركة الرياح التى تعمل على نقل الهواء البارد أو الساخن من منطقة المصدر (المناطق القطبية والمدارية) إلى مسافات أخرى بعيدة . أما آخر العوامل الرئيسية فى تغير المناخ فهو توزيع البحار واليابسة على الكرة الأرضية ، حيث تتجاوب اليابسة مع الاشعاع الشمسى بسرعة فتسخن فى الصيف وتبرد فى الشتاء ، فى الوقت الذى يكون تفاعل المحيطات فيه أبطأ وأخف ، ففى الصيف تكون أبرد من اليابسة وفى الشتاء تكون أكثر دفئاً . ونتيجة لهذه الظاهرة يتكون الضغط الجوى المرتفع فوق المساحات الباردة والمنخفض فوق المساحات الدافئة ، وذلك تبعاً لتأثير الشمس على المحيطات واليابسة خلال فصلى الشتاء والصيف .

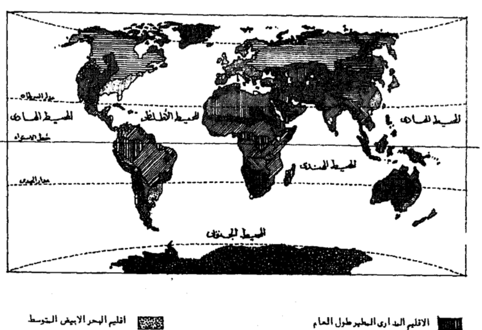
ونتيجة لهذه العوامل الأساسية ، وكذلك العوامل الاخرى الفرعية مثل شكل الأرض وتضاريسها ومعدل سقوط الامطار ... فقد تحددت مناطق مناخية أساسية، تعتمد بشكل كبير على خطوط العرض ومدى اقترابها من المحيطات ، وتنطبق على المناطق القريبة من مستوى سطح البحر ، وهذه المناطق هى (شكل ٣) :

- المنطقة الحارة باقليميها الجاف والرطب .
- منطقة مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط .
- المنطقة ذات المناخ المعتدل .
- المنطقة ذات المناخ البارد (المناخ القطبى) .

وهذه المناطق تتدرج فيها التغيرات بين المناخين المدارى والقطبى ، وتنتشر على نطاق أفقى يبلغ ألوف الكيلو مترات .

وتحدث نفس هذه التغيرات فى مسافة عمودية من سطح الأرض تصل إلى ٧ كيلومترات فى المنطقة الجبلية المدارية ، وأشهرها قمة جبل كلمنجارو التى يكسوها الجليد ويصعب العيش فيها تماماً مثل المنطقة القطبية .

والتصنيف السابق للمناخ يستعمل كتصنيف جغرافى يمكن الاستفادة به بطريقة عامة . أما بالنسبة للمهندس المعمارى وأغراض تصميم المبانى فانه يمكن الاخذ





شكل ٣ : الأقاليم المناخية فى العالم

بتصنيف آخر أكثر ملاءمة ، يعتمد أساساً على اعتبارات الراحة الحراراية للإنسان . وعلى هذا يكفى التعرف على أربع مناطق مناخية رئيسية هى :

أ - *المناخ البارد (القطبى)* :

حيث تتركز المشكلة الرئيسية فى نقص الحرارة أو الشعور بالبرودة بسبب فقدان جسم الإنسان للحرارة وذلك فى كل أو معظم أجزاء السنة .

ويبلغ متوسط درجات الحرارة لأبرد شهور السنة تحت - ١٥° مئوية .

والمتوسط السنوى لدرجة الحرارة الصغرى تحت - ٤٠° مئوية .

وقد سجلت أدنى درجة حرارة صغرى فى " إنتارستك " بالقطب الشمالى فى عام

١٩٥٨ وبلغت - ٨٦° مئوية .

وتبلغ الرطوبة النسبية أقصاها فى فصل الشتاء .

ب - المناخ المعتدل :

حيث تتركز المشكلة فى الشعور بالبرودة بسبب فقدان جسم الإنسان للحرارة خلال فترة معينة من السنة (الشتاء) ، والشعور بالحرارة بسبب الفقدان غير الكافى للحرارة الزائدة فى خلال مدة أخرى من السنة (الصيف) . ويعنى هذا اختلافاً فى فصلي السنة بين الزيادة والنقص فى الحرارة ، ولكن هذا الاختلاف غير حاد .

ويبلغ متوسط درجات الحرارة لأبرد شهور السنة حوالى - ١٥° مئوية .

(وتلك للمنطقة المجاورة للمناخ البارد) .

ويبلغ متوسط درجات الحرارة لأدفأ شهور السنة حوالى ٢٥° مئوية .

وتلك للمنطقة المجاورة للمناخ الحار .

وأقصى فرق لدرجات الحرارة السنوية قد يصل من - ٣٠° مئوية إلى ٣٧° مئوية . ومن النادر أن تصاحب درجات الحرارة حول ٢٠° مئوية معدل رطوبة نسبية أعلى من ٨٠٪ .

وتوجد فرص كبيرة للهطول على مدار السنة ولكنه غالباً يتساقط فى الشتاء على هيئة ثلج .

جـ - المناخ الحار الجاف :

والمشكلة فى هذا المناخ هى الزيادة فى الحرارة ؛ أى الفقدان غير الكافى للحرارة من جسم الإنسان ، ولكن الهواء جاف فلا توجد إعاقة لعملية الترطيب بواسطة البخر .

ويتميز هذا المناخ بدرجة الحرارة وكمية الإشعاع الشمس العاليتين .

ويبلغ متوسط درجة الحرارة لأشد شهور السنة حرارة أكبر من ٢٥° مئوية يصاحبها رطوبة نسبية منخفضة .

وأعلى درجة حرارة فى السنة حوالى ٤٥° مئوية ، وأقل درجة حرارة يمكن أن تصل إلى حوالى - ١٠ ° مئوية .

والمدى الحرارى السنوى كبير جداً .

والرياح قوية ولا تعوقها النباتات وهى فى الغالب محملة بالأتربة والرمال .

وقد سجلت أعلى درجة حرارة عظمى فى ليبيا عام ١٩٢٢ وبلغت ٥٨° مئوية فى الظل .

د - *المناخ الحار الرطب* :

والمشكلة فى هذا المناخ أيضاً هى الزيادة فى الحرارة التى يصاحبها ارتفاع فى معدل الرطوبة النسبية ، بدرجة تحد من عملية الترطيب بواسطة البخر . ويميز هذا المناخ وجود شهر واحد على الأقل فى السنة يصل فيه متوسط درجة الحرارة أعلى من ٢٠° مئوية ، يصاحبها رطوبة نسبية حوالى ٨٠٪ ، ومتوسط درجة الحرارة لأشد شهور السنة برداً لا تقل عن ١٨° مئوية .

ومتوسط المدى الحرارى الشهرى صغير على مدار السنة .

ولا تقل كمية الأمطار عن ٧٥٠ ملليمتر فى السنة ، وتصل غالباً إلى أكثر من ٢٠٠٠ ملليمتر فى الشهر ، وغالباً ما يسقط المطر فى شكل رخات لفترة قصيرة وبكثافة كبيرة .

وبالنظر إلى الموقع الجغرافى لدول العالم الثالث عامة وجمهورية مصر والوطن العربى خاصة ، يمكن تحديد المنطقة المناخية التى سوف يتركز البحث فيها ، وهى المنطقة الحارة بشقيها الجاف والرطب .

المنطقة الحارة وإقليماها :

فى الحضارة اليونانية القديمة كانت تطلق كلمة تروبيكوس Tropikos أى المنطقة الحارة ، على المنطقة الواقعة عند المدارين (مدار الجدى والسرطان) .

أما فى عصرنا الحاضر فإن المنطقة الحارة Tropical Zone ، تطلق على المنطقة المحصورة بين المدارين والتى تمثل حوالى ٤٠٪ من المسطح الكلى للكرة الأرضية .

ويقع مدار السرطان عند خط عرض ٢٧ ٢٣° شمال خط الاستواء ، وتصل أشعة الشمس إلى وضعها العمودى على هذا المدار فى ٢٢ يونية من كل عام .

أما مدار الجدى فيقع عند خط عرض ٢٧ ٢٣° جنوب خط الاستواء ، وتصل فيه أشعة الشمس إلى وضعها العمودى فى ٢٣ ديسمبر فى كل عام .

أما المناطق شمال مدار السرطان وجنوب مدار الجدى فلا تسقط الشمس عمودية فيهما على الاطلاق فى أى يوم من أيام السنة .

إلا أن هذا التقسيم الحاد للمنطقة الحارة بين خطى المدارين لم يأخذ فى اعتباره وجود أقاليم أخرى متداخلة أو انتقالية ذات خصائص مناخية متباينة كما سيذكر فيما بعد .

جغرافية المنطقة الحارة :

يمكن بصفة عامة تقسيم المنطقة الحارة من الناحية الجغرافية إلى منطقتين أساسيتين :

أ - *المنطقة الحارة الجافة* Hot Arid Zones :

وتشمل المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية ومناطق الإستبس وجزءاً من منطقة السفانا .

ب - *المنطقة الحارة الرطبة* Hot Humid Zones :

وتشمل منطقة الغابات الاستوائية الممطرة ، ومناطق الرياح الموسمية (المونسون) ، وجزءاً من منطقة السفانا .

ويمكن تعريف وتحديد الخصائص الجغرافية لكل منطقة فيما يلى :

أ - المنطقة الحارة الجافة (شكل ٤) :

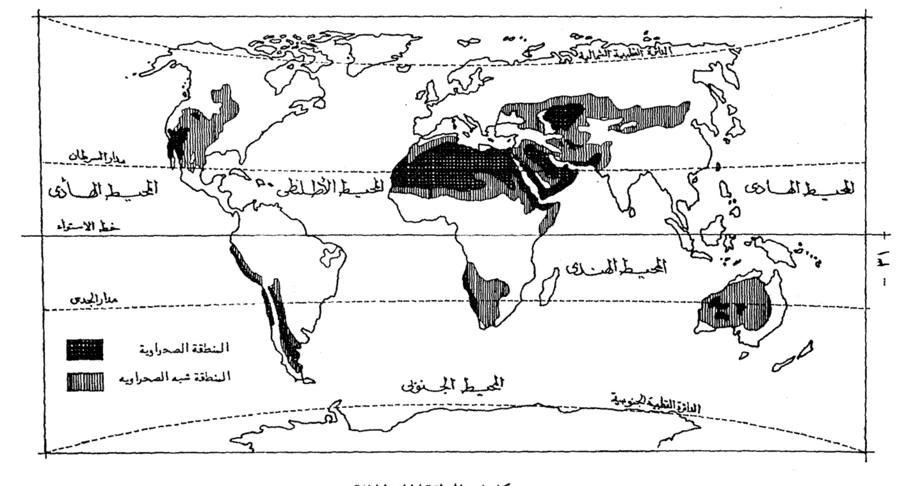
وهى تشمل فى معظمها المناطق الصحراوية . وتعرف الصحراء فى الدول الغربية بأنها مكان لا يستطيع النبات أو الحيوان البقاء فيه على قيد الحياة . وفى تعريف آخر أمكن تحديد المنطقة شديدة الجفاف بأنها التى لا يسقط فيها المطر أبداً على مدار السنة ، والمنطقة الحارة الجافة بأنها الصحراء ، والمنطقة شبه الجافة بأنها مناطق الإستبس .

ولا يتفق العرب مع هذه التعاريف ، ويوجد لديهم عشرات الأوصاف لطبيعة الصحراء ولم يذكر فى غالبيتها شىء عن كونها أراضى قاحلة لا يسكنها أحد .

ومن الناحية العلمية يمكن تحديد الخصائص الطبيعية والمناخية للصحراء ، بأنها منطقة جافة ، تنعدم فيها الأمطار تقريباً ، وعند سقوط المطر يسقط بغير انتظام سواء من ناحية الكمية أو ميعادها السنوى .

وتتميز المناطق الصحراوية بالشمس الحارة طول العام باستثناء فصل الشتاء ، وتصل درجة الحرارة أثناء النهار فى فصل الصيف إلى أعلى معدل لها (حوالى ٤٢° مئوية) إلا أنها تهبط بسرعة فى الليل . ويصاحب ارتفاع درجة الحرارة ارتفاع كبير فى معدل البخر .

وتعمل الرياح الساخنة على رفع الغبار والرمال الدقيقة إلى ارتفاعات وهو ما يعرف بالعواصف الرملية التى يتكرر حدوثها من وقت لآخر طوال السنة .



شكل ٤ : المنطقة الحارة الجافة

وتقع أهم المناطق الصحراوية فى العالم بين خطى عرض ١٥° و ٣٥° شمالاً ، وأهمها الصحراء الكبرى المارة بكل من مصر وشمال السودان وليبيا والمغرب العربى ، ثم شبه الجزيرة العربية ، وأجزاء كبيرة من العراق وإيران ، وشمال غرب الهند ، ومنغوليا بالصين ، وكاليفورنيا بأمريكا ، وذلك فى نصف الكرة الشمالى .

وتوجد مناطق صحراوية أخرى متفرقة فى نصف الكرة الجنوبى وأهمها صحراء كالهارى بجنوب أفريقيا ، وأجزاء كبيرة من وسط أستراليا وكذلك أجزاء متناثرة فى دول أمريكا اللاتينية .

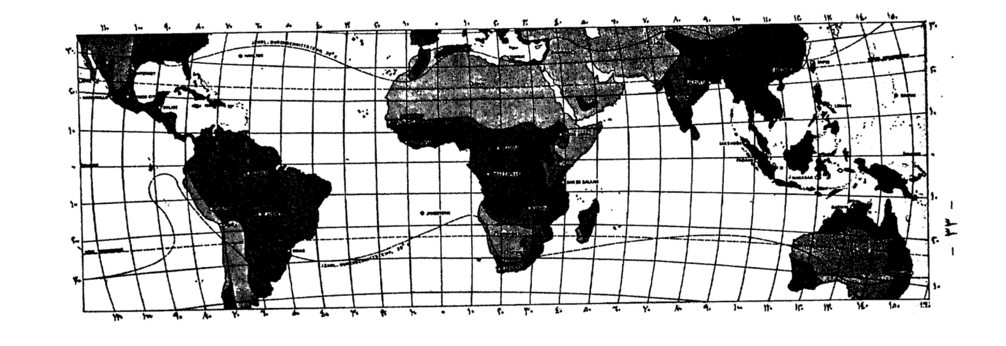
وتشير الأودية الجافة بالمناطق الصحراوية إلى أنه من وقت لآخر تتساقط أمطار غزيرة لوقت قصير ، وسرعان ما تتسرب هذه المياة إلى باطن الأرض لتكون مخزوناً جيداً للآبار التى تزود الواحات بالمياه .

وبسبب ندرة المطر فى المناطق الصحراوية ، فقد أثر ذلك على تربتها مما جعلها تعجز عن انتاج النباتات والأشجار وتقبل الزراعة ، باستثناء النمو المبعثر لبعض النباتات الخفيفة ، أو نمو بعض النخيل والمزروعات فى المناطق المنخفضة والواحات لتوفر المياه الجوفية .

ويجاور المناطق الصحراوية فى العالم منطقة انتقالية هى المناطق شبه الصحراوية ، التى تتميز بسقوط كمية قليلة من الأمطار من وقت لآخر كافية لزراعة محاصيل معينة أهمها القمح . وبازدياد كمية الأمطار تتغير الصفة الطبيعية للمنطقة شبه الصحراوية لتنتقل إلى منطقة الإستبس ، ثم إلى المنطقة الجافة لغابات السفانا (شكل ٥) .

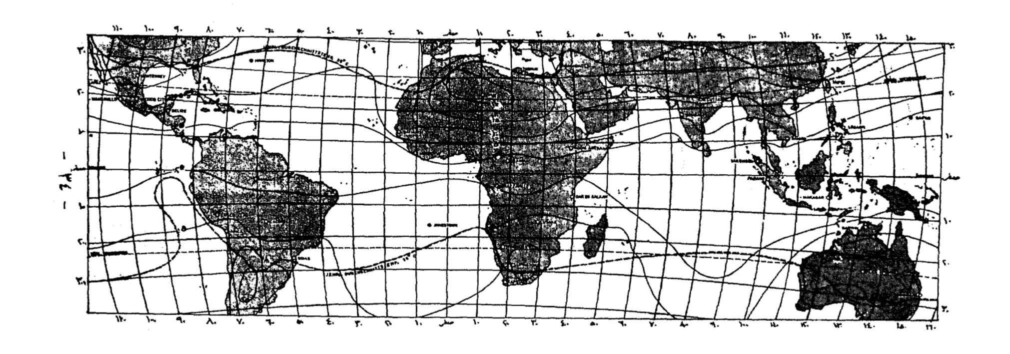
وتؤثر شدة الجفاف على الصورة الطبيعية للمنطقة شبه الصحراوية ؛ حيث تزداد فرصة وجود أعشاب برية ، وكذلك أشجار قصيرة متناثرة كلما قلت شدة الجفاف .

ومما يميز هذه المنطقة أيضاً المدى الحرارى اليومى الكبير ، أى الفرق الواضح بين درجة حرارة الليل والنهار ، وكذلك للسنة أى الشتاء والصيف (شكل ٦) .



تحت ٥٠٠ ملليمتر
من ٥٠٠ الى ٧٥٠ ملليمتر
من ٧٥٠ الى ١٥٠٠ ملليمتر
أزيد من ١٥٠٠ ملليمتر

شكل ٥ : كمية المطر السنوى بالمنطقة الحارة



شكل ٦ : المدى الحرارى السنوى (الفرق بين درجة العظمى والصغرى)

ب - المنطقة الحارة الرطبة (شكل ٧) :

تشمل هذه المنطقة ، منطقة السفانا الرطبة ، ومنطقة الرياح الموسمية ، ومنطقة الغابات الاستوائية المطيرة .

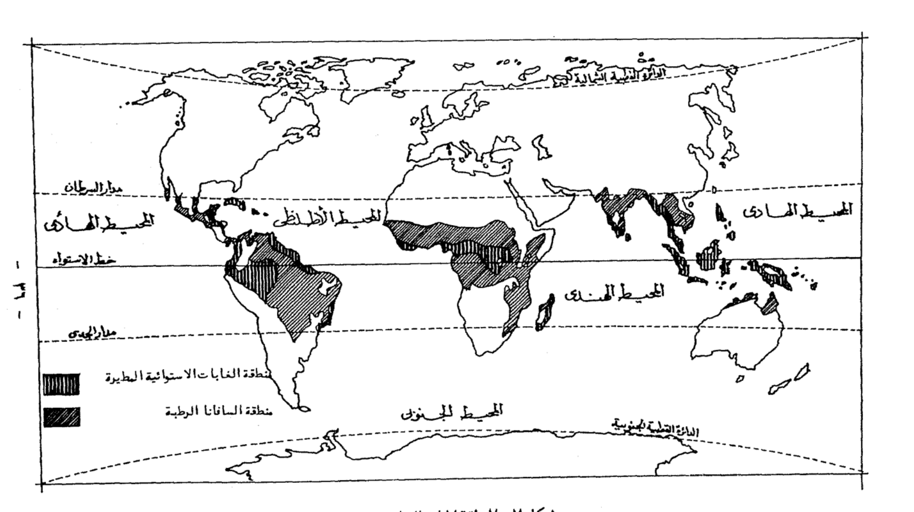
ويميز منطقة السفانا الرطبة ومنطقة الرياح الموسمية وجود فصل ممطر واحد لسقوط الأمطار ، وذلك عندما تكون الشمس عمودية أى من مايو إلى أغسطس فى نصف الكرة الشمالى ، ومن نوفمبر إلى فبراير فى نصف الكرة الجنوبى ، أما بقية شهور السنة فلا يسقط فيها المطر .

وتتميز منطقة الغابات الاستوائية بسقوط الأمطار بكثرة طوال العام ، وتشتد غزارتها عندما تكون الشمس عمودية فى السماء ، ويحدث هذا فى شهرى مارس وسبتمبر . وكلما زاد الابتعاد عن خط الاستواء مالت الفترتان الممطرتان نحو الاندماج لتصحبا فترة واحدة . ويتسم المناخ فى المنطقة الحارة الرطبة عموماً بارتفاع درجة الحرارة ونسبة الرطوبة ، فيصل المتوسط السنوى لدرجة الحرارة حوالى ٢٥° مئوية ، إلا أنه يمكن أن يصل إلى ٣٨° مئوية فى فصل الجفاف ، وينخفض المعدل إلى أدناه فى فصل الأمطار ليسجل ١٨° مئوية فى المتوسط .

وعموماً لا يوجد فرق ملحوظ للمدى الحرارى اليومى وكذلك السنوى بعكس المنطقة الحارة الجافة ، يرجع هذا إلى ارتفاع الرطوبة النسبية ، وكذلك المسطحات الخضراء والغابات (راجع شكل ٦) .

ونظراً لغزارة الأمطار معظم السنة ، ووجود المسطحات الخضراء فإن هذا يؤثر على ارتفاع نسبة الرطوبة التى تصل فى كثير من الأحوال إلى ٩٠٪ ، وقد تزيد عن ذلك فى موسم الأمطار .

وتسود الرياح المعتدلة فى سرعتها المنطقة الحارة الرطبة ، وخاصة مناطق الغابات ، ويزداد معدل السرعة فى المناطق المفتوحة ، إلا أنها تتطور فجأة إلى عواصف رعدية خلال موسم الأمطار .



شكل ٧ : المنطقة الحارة الرطبة

وأهم النباتات التى تتميز بها منطقة السفانا ومنطقة الرياح الموسمية هى الأعشاب القصيرة المتناثرة ، وكذلك الأشجار الخفيفة النحيلة ، حيث تزداد فى الكثافة والحجم فى اتجاه منطقة الغابات الاستوائية .

ومن الملاحظ أنه خلال فصل الجفاف يتحول لون النباتات إلى البنى ، وتتعرض للذبول ، ويتوقف ذلك على طول فترة الجفاف ونوعية التربة ، وكذلك موقع المنطقة . وفى الغالب تبقى النباتات السطحية والأعشاب التى تنمو تحت الأشجار خضراء طوال العام . أما الأجزاء الأشد خصباً ورطوبة فيمكن زراعتها بالمحاصيل مثل أشجار الجوز والليف ، وقد تتكون بعض المراعى الخصبة فى بعض المناطق إلا أنه بسبب عدم ثبات معدل هطول المطر على مدى السنين ، قد يحدث القحط والجفاف اللذان يؤديان إلى خسائر فادحة .

وتتميز منطقة الغابات الاستوائية المطيرة بوفرة وتعدد نباتاتها التى قد تصل إلى ٣٥٠٠٠ نوع دائم الازدهار طوال السنة . وترتفع الأشجار فى هذه المنطقة لتصل إلى ٢٠ متراً فى المتوسط ، وقد يصل بعضها إلى ٦٠ متراً فى الارتفاع . ومن أهمها أشجار السيدر والماهوجنى والزان ذات النوعية الجيدة فى صناعة الأخشاب ، إلا أن كثافة الغابات وصعوبة الحركة بداخلها تَحُولُ أحياناً دون استغلالها اقتصاديا .

وعند مصابِّ الأنهار فى المحيطات تنتشر المستنقعات التى تنمو فيها نوعية من الأشجار ذات جذور متشعبة وسيقان وأغصان متدلية فى ماء المستنقع الراكد .

المناخ المصغر :

حدد التصنيف الجغرافى للمناخ أربع مناطق رئيسية على سطح الكرة الأرضية .

وعلى هذا يمكن معرفة المناخ لأى بلد أو مكان حسب الوضع الجغرافى بالنسبة لهذا التصنيف . وتهتم معظم الدول بتسجيل الظروف المناخية وحالة الطقس فيها عن طريق محطات الأرصاد التى تنشر هذه البيانات ويتحدد منها ما يسمى « بالأقاليم

المناخية » داخل الدولة ، ويشترط فى وضع محطات الأرصاد أن تكون بعيدة عن أى معوقات محلية ، فغالباً ما تكون فى مناطق مفتوحة حيث تقوم برصد حالة الطقس لتعطى بيانات عن « المناخ العام » للمنطقة Macro Climate .

أما المناخ المصغر Micro Climate فيمكن أن يختص بتوطن حضرى (مدينة أو قرية) أو ضاحية من هذا التوطن ، أو حتى موقع منفرد لمبنى ، وقد يختلف المناخ المصغر فى خصائصه أو معدلاته عن المناخ العام للمنطقة أو الإقليم .

واصطلاح المناخ المصغر يستعمل فى بعض العلوم التطبيقية مثل علم النبات ، حيث قد يعنى المناخ الخاص لورقة نبات لا يزيد مسطحها عن بضعة سنتيمترات مربعة . أما فى علم الجغرافيا فقد يعنى المصطلح المناخ الخاص بمدينة كاملة تمتد على مسطح عدة كيلومترات مربعة .

وبالنسبة للمهندس المعمارى يعنى هذا المصطلحُ المناخَ بالنسبة لموقع بناء أو عدة مبانٍ بمسطح عدة أمتار مربعة حتى كيلومتر مربع .

وهناك ثلاثة عوامل تخلق المناخ المصغر باختلافات معدلاته عن المناخ العام للمنطقة وهى :

١ - الطبوغرافية ، أى المنحدارات ، المرتفعات ، التلال ، الوديان .. بالموقع نفسه أو بالقرب منه .

٢ - سطح الأرض ، سواء كان طبيعياً أو من صنع الإنسان ، وهذا يشمل الغابات ومناطق الشجيرات ، الحشائش ، التبليطات ، المسطحات المائية ، وخصائص مسطح الأرض من ناحية الانعكاس ، نفاذية الماء ودرجة حرارة التربة أو حتى نوعيتها وتأثير هذه الخصائص على المزروعات التى تؤثر بدورها على المناخ .

٣ - شكل البعد الثالث للمنطقة ، مثل الأشجار أو الحزام الأخضر ، الأسوار ، الحوائط ، المبانى وما شبهه ، حيث تؤثر هذه على حركة الهواء ، إسقاط الظل ، أو حتى تقسيم المساحة إلى مناطق صغيرة ذات مناخ مصغر متميز .

وتتوفر البيانات الخاصة بالمعدلات المناخية للمنطقة من واقع محطات الأرصاد الجوية بها ، وهذا ما ذكر مسبقاً ، ولكن من النادر توفر بيانات خاصة بموقع البناء (المناخ المصغر) . وللحصول على مثل هذه البيانات يستدعى الأمر إجراء عمليات الرصد بالموقع لمدة سنة على الأقل إن لم يكن عدة سنين للحصول على بيانات دقيقة ذات أهمية ، ولكن هذا غير ممكن بسبب عامل الوقت .

وعلى ذلك يُنصح بالبدأ فى تجميع بيانات المناخ العام للمنطقة Macro Climate ويتبع هذه العملية اختبار لكل عنصر من عناصر المناخ لملاحظة مدى تأثرها بالعوامل المحلية الثلاثة السابق ذكرها . فإذا كان التأثير إيجابياً فإنه يمكن تقدير مدى هذا التغير عن المناخ العام . وقد يساعد فى تقدير هذا التغيير بعض عمليات الرصد التى تتم بالموقع لعناصر المناخ المختلفة .

وعموماً تكون النتيجة النهائية فى هذه الحالة نوعية فقط وليست كمية .

المناخ وتأثيره على البيئة الطبيعية :

تُعرف البيئة بأنها الوسط أو الظروف المحيطة التى تؤثر فى الحياة والنمو لكافة الكائنات . ويقصد بالبيئة الطبيعية هنا كل ما خلقه الله على سطح الأرض من تضاريس متباينة ، وهى الجبال والوديان والسهول وما يجرى فيها من أنهار وبحار وبحيرات وما عليها من نبات وحيوان وإنسان وما يغلفها من جو محيط .

وهذه العناصر تتفاعل أو تتعايش مع بعضها البعض مكونة الاتزان الإيكولوجى ، إلا أن الجو المحيط أو المناخ يلعب دوراً أساسياً فى التأثير على باقى العناصر الأخرى . حيث يظهر تأثيره ليس فقط فى تكوين التربة الأرضية بل يؤثر أيضاً على خواص النبات والحيوان فى المناطق المناخية المختلفة .

تأثير المناخ على النبات:

طبقاً لحالة المناخ فى كل منطقة استطاع النبات أن يتشكل ويتحور ليتجانس ويتلاءم مع الوسط أو الجو المحيط به . وتتأكد هذه الحقيقة بملاحظة أوراق النباتات والقطاعات العرضية فيها ، التى تنمو فى مناطق مناخية مختلفة حيث يتضح الآتى (شكل ٨) :

- *نباتات المنطقة الباردة* : يظهر فيها صغر السطح الخارجى مع كبر المقطع أو المحتوى وذلك لتعرضها لظروف مناخية قاسية البرودة .

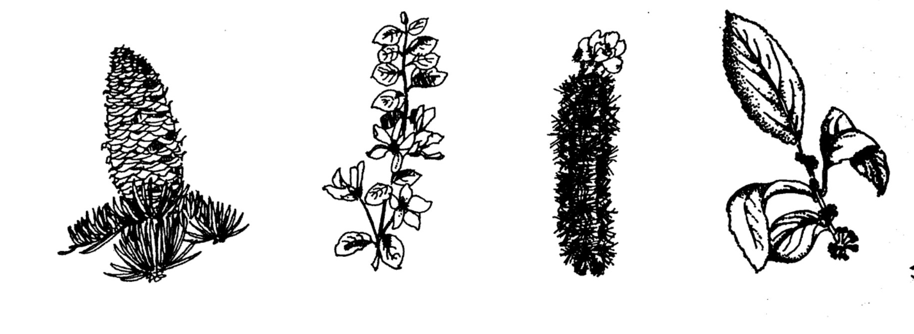
- *نباتات المناطق المعتدلة* : يزداد مسطحها الخارجى ويقل حجم المقطع أو المحتوى نتيجة تعرضها لمناخ معتدل فى الحرارة والبرودة .

- *نباتات المنطقة الحارة الجافة* : يظهر فيها كبر المقطع أو المحتوى ويصغر المسطح الخارجى ، مع ظهور بروزات ونتوءات على السطح لتوفير أكبر قدر من الظلال ، وذلك نتيجة لتعرضها لدرجات حرارة وإشعاع شمس عالٍ مع جفاف الجو أى قلة الرطوبة النسبية فيه .

- *نباتات المنطقة الحارة الرطبة* : يزداد مسطحها الخارجى جداً ويقل المقطع أو المحتوى لمعدل أقل من المناطق المعتدلة ، مع وجود البروزات والنتوءات التى توفر أكبر قدر من الظلال على السطح ، وذلك نتيجة لتعرضها لدرجات حرارة وإشعاع شمسى مرتفع مع ازدياد نسبة الرطوبة فى الجو بما يتطلب كبر السطح المعرض للبخر .

تأثير المناخ على الحيوان :

أما بالنسبة لتأثير المناخ على الحيوان فإن الحالة لا تختلف ، فقد استطاع هو أيضاً أن يتجانس ويتلاءم مع المنطقة المناخية التى يعيش فيها .



شكل ٨ : تأثير المناخ على النبات

ففى المنطقة الباردة مثلا لا يستطيع أن يعيش غير الحيوانات ذات الفراء السميك مثل الدب والثعلب القطبى ، أو التى تكتنز طبقة سميكة من الدهون والشحوم مثل سبع البحر ، وكلب البحر .

وفى المنطقة المعتدلة تتنوع مملكة الحيوان والطيور إلا أن معظمها وخاصة فى المناطق المجاورة للمنطقة الباردة مازال يكسو جسمها إما الفراء أو الدهون ، مثل الثعالب والأرانب البرية ، والأيائل . أما الطيور فتقوم بالهجرة من هذه المناطق فى فصل الشتاء نظراً لبرودة الجو الشديدة .

ونظراً لقسوة مناخ المناطق الحارة الجافة (الصحراوية) لا يستطيع العيش فيها إلا الحيوانات التى تتحمل العطش مثل الجمال ، الغزلان ، ابن آوى ، العقارب ، الثعابين ... أما المنطقة الحارة الرطبة ، فكما تتنوع فيها مملكة النبات ، كذلك الحال بالنسبة للحيوانات والطيور وأشهرها الحيوانات الاستوائية وتلك التى تعيش فى الماء وخارجه مثل التمساح وسيد قشطة .

تأثير المناخ على الإنسان :

رغم طبيعة تركيب الإنسان الفيزيقى الذى لا يساعده على التغير والتأقلم تلقائياً مثل الكائنات الأخرى ، إلا أنه يوجد بعض التغيرات الملحوظة فى شكل ملامح الوجه وخاصة فتحات الأنف التى تميز إنسان المناطق الحارة الرطبة عن المناطق الباردة مثلا . كذلك لون البشرة واختلافها من الأسمر فى المناطق الحارة إلى الأبيض فى المناطق المعتدلة والباردة .

وقد ظهر تأثير المناخ أيضاً على الإنسان فى اختيار نوعيات الملابس التى يرتديها ، ففى المناطق الباردة يرتدى الفراء والملابس الثقيلة ، وله فى المناطق المعتدلة حرية اختيار الملابس حسب الحاجة . أما فى المناطق الحارة الجافة فهو يرتدى الملابس الفضفاضة ذات الألوان الفاتحة مع الاهتمام بغطاء الرأس والوجه . وفى المناطق الحارة

الرطبة تختصر الملابس إلى قطع قليلة حتى يزداد مسطح الجسم المعرض للجو مما يساعد عملية البخر .

وكما يؤثر المناخ فى اختيار شكل ونوعية الملابس التى يرتديها الإنسان فى المناطق المناخية المختلفة فهو يؤثر أيضاً على شكل وطبيعة المسكن الذى يعيش فيه ، وقد نتج من هذا نماذج تقليدية أو تلقائية لكل منطقة من المناطق بحسب ظواهرها البيئية وصفاتها الجغرافية والمناخية ، ففى المناطق الباردة حيث يتساقط الجليد يكون السقف ذو ميل شديد ، ويقل هذا الميل فى المناطق الممطرة حيث يكون مصمتاً ومعزولاً فى المناطق الباردة ومسامياً فى المناطق الحارة الرطبة .

أما فى المناطق الحارة الجافة فينتشر المسكن ذو الحوش الداخلى وتظهر عناصر معمارية مميزة مثل القبة والقبو والملاقف بأشكال مختلفة .

العوامل المناخية المؤثرة على التصميم :

إذا كان الهدف هو التعرف على السمات التى يفرضها المناخ على شكل العمارة فى المناطق الحارة ، فإنه لابد أولا من التعرف على العوامل المناخية المؤثرة على التصميم ، لاختيار الحلول المناسبة بما يتلاءم مع راحة الإنسان فى المكان الذى يعيش فيه والتى تحقق توفير الحالات المناخية الملائمة له داخل المبانى .

وهذه العوامل تتحدد فى :

- أشعة الشمس .
- درجة الحرارة .
- الرياح .
- الإضاءة الطبيعية .
- البخر والرطوبة والهطول .

وسوف تتناول الأبواب التالية دراسة هذه العوامل بالتفصيل .

* * *

الفصل الثانى : الشمس

- أشعة الشمس

  * مدة سطوع أشعة الشمس
  * الشدة
  * زاوية السقوط
  * زوايا الظل

- الحماية من أشعة الشمس

  * الإقلال من الأشعة المباشرة والمنعكسة
  * حماية المبنى من الأشعة الساقطة عليه
  * قناع الإظلال
  * تصميم كاسرات الشمس

الفصل الثانى

الشمس

أشعة الشمس :

تعتبر أشعة الشمس ذات تأثير قوى ومباشر على حياة الإنسان ، وتتحدد محصلة قوتها المؤثرة على الأرض والتى تقدر بحوالى ٥٠٪ من القوة الأصلية نتيجة لعدة عوامل هى الإشعاع الشمسى المباشر والإشعاع المنعكس من سطح الأرض أو من السحب والأشعة التى يمتصها الغلاف الجوى .

وهذه العوامل مجتمعة تكون الاتزان الحرارى للأرض (شكل ٩) .

وتختلف العوامل السابقة باختلاف الظروف فى كل موقع على سطح الكرة الأرضية . وهناك عدة عوامل تتحكم فى تحديد قوة تأثير أشعة الشمس على الموقع وهى التى ينبغى دراستها قبل البدء فى أى تصميم .

وتتلخص فى الآتى :

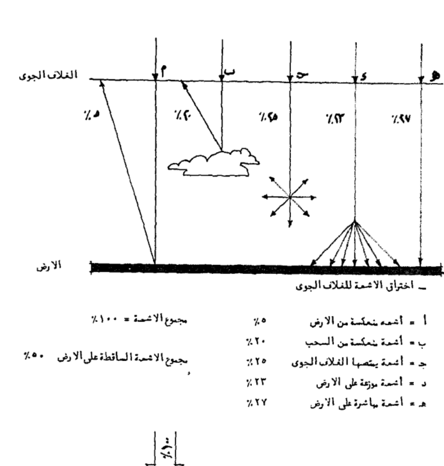
١ - مدة سطوع الشمس Duration

٢ - الشدة Intensity

٣ - زاوية السقوط Angle of Incidence

وهو ما تتناوله النقاط التالية بالتفصيل .

١



ـ اختراق الاشعة للغلاف الجوى

أ = أشعه منعكسة من الارض ٥٪

ب = أشعة منعكسة من السحب ٢٠٪

جـ = أشعة يمتصها الغلاف الجوى ٢٥٪

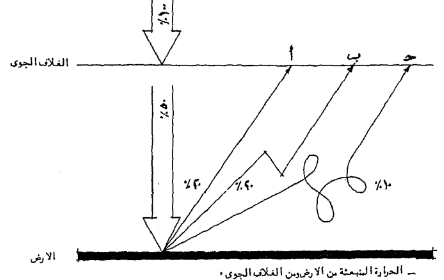
د = أشعة موزعة على الارض ٢٣٪

هـ = أشعة مباشرة على الارض ٢٧٪

مجموع الاشعة = ١٠٠٪

مجموع الاشعة الساقطة على الارض ٥٠٪

٢



ـ الحرارة المنبعثة من الارض ومن الغلاف الجوى .

أ = أشعة طويلة الموجه ٢٠٪

ب = أشعة تستهلك فى البخر ٢٠٪

جـ = أشعة تنتقل فى الهواء ١٠٪

المجموع ٥٠٪ (من الشكل السابق)

شكل ٩ : الاتزان الحرارى للأرض

مدة سطوع الشمس Duration :

هى عدد الساعات الفعلية لظهور أشعة الشمس المباشرة خلال النهار أى من شروق الشمس إلى غروبها .

ويقاس سطوع الشمس اليومى بواسطة جهاز فوتوغرافى كهربى يطلق عليه Sunshine autograph وهو مسجل بسيط لأشعة الشمس المباشرة ، كما تستعمل أجهزة أخرى معقدة مثل الـ Solarimeter والـ Heliometer .

وتتأثر مدة سطوع الشمس فى أى منطقة بحالة السماء التى يعبر عنها بكمية السحب الموجودة . وتقاس تلك الأخيرة بالأوكتاس oktas وهو يساوى $\frac{١}{١٠}$ السماء الملبدة تماماً ، فمثلا ٥ أوكتاس معناها أن ٥٠ ٪ من السماء مغطى بالسحب .

وتقع المناطق التى بها أطول مدة سطوع للشمس بين خطى عرض ١٥ ، ٣٥ درجة شمالى وجنوبى خط الاستواء ، والحد الأقصى لمدة سطوع الشمس هو ٩٠٪ من ساعات النهار فى اليوم ، ومن المستحيل منطقياً أن تصل هذه النسبة إلى ١٠٠٪ ، وفى الأماكن الحارة الجافة يصل متوسط سطوع الشمس إلى ٣٠٠٠ ساعة فى السنة .

وبالنسبة لمصر فإنه كلما ابتعد الموقع عن الساحل الشمالى فى اتجاه الجنوب ، فإن نسبة الجزء الذى تحجبه السحب من السماء تقل ، وبالتالى تزيد مدة سطوع الشمس . فإذا كانت كمية السحب فى الإسكندرية مثلا ٣,٣ فى شهر ديسمبر بلغت هذه النسبة فى أسوان ٨ر٠ أوكتاس . وإذا أخذ الساحل الشمالى لمصر كمثال فإن نسبة السحب تبلغ أقصاها فى شهرى ديسمبر ويناير حيث لا تتعدى ٤,٠٠ أوكتاس ، وبنسبة سطوع الشمس ٦٠٪ ، وتبلغ أدناها فى شهر يونية فتصل إلى ٠,٥ أوكتاس وبنسبة سطوع الشمس ٨٩٪ .

شدة أشعة الشمس Intensity :

نظرياً تكون أكبر شدة لأشعة الشمس فى المكان الذى تسقط فيه عمودية على سطح الأرض وهى المناطق المدارية ، حيث تخترق الأشعة مسافة أقل ما يمكن من الغلاف الجوى فتتصل إلى سطح الأرض بدون فاقد كبير فى طاقتها الحرارية .

وتتأثر شدة أشعة الشمس بمجموعة من العوامل هى :

أ - عوامل مطلقة ، مثل نشاط البقع الشمسية التى ترتفع بسببها شدة الأشعة فوق البنفسجية فى حدود ١ إلى ٢٪ ، وتغير المسافة بين الشمس والأرض وهذا يحدث تغيرات فى شدة الأشعة بنسبة± ٣,٥٪ .

ب - فقدان الطاقة أثناء اختراق الشمس للغلاف الجوى الذى يختلف من موضع إلى آخر فى درجة احتوائه على الغبار وذرات التراب وبخار الماء .

جـ - ارتفاع الموقع عن سطح البحر ، فكلما ارتفع زادت شدة أشعة الشمس به .

د - زاوية سقوط الشمس ، وتتغير تبعاً لفصول السنة وساعات النهار .

هـ - الإشعاع الشمس غير المباشر والذى يضاف تأثيره على الإشعاع المباشر ويظهر أثره واضحاً عند تلبد السماء بالغيوم .

وبالنسبة لمصر فإنه يمكن ملاحظة اختلاف شدة أشعة الشمس فى شمال البلاد (الوجه البحرى والقاهرة) عن جنوبها (مصر الوسطى والصعيد) حيث يظهر تأثير المسطحات المائية والمناطق الزراعية الكثيفة ، وأيضاً تأثير البحر الأبيض المتوسط على كثرة تجمعات السحب وبالتالى فى شدة أشعة الشمس ، التى تزداد فى اتجاه الجنوب لقلة أو انعدام هذه المؤثرات ، يساعد على ذلك أيضاً تعامد أشعة الشمس لقربها من المنطقة المدارية . وعموماً يجب الإشارة إلى أن الظروف والمؤثرات لا تتماثل أبداً فى المواقع المختلفة حتى لو كانت تقع على نفس خط الطول ونفس الارتفاع عن سطح البحر .

ووحدة قياس شدة أشعة الشمس هى :

سعر كبير / متر٢ . ساعة $K\ cal/m^2.h$

أو سعر / السنتيمتر٢ . ساعة $cal/cm^2.h$

أو الوحدة الحرارية البريطانية / قدم٢ . ساعة $Btu/ft^2.h$

وتستعمل الآن وحدة قياس عالمية هى :

چول /م٢. ثانية $J/m^2.s$

أو وات/م٢ W/m^2 حيث أن $Watt = J/s$

أما شدة الإشعاع الكلية لفترات طويلة فتحسب بچول /م٢. يوم $J/m^2.day$

أو مضاعفاتها ميجا چول/م٢.يوم $MJ/m^2.day$ حيث

$MJ = 1\ 000\ 000\ J.$

وبالنسبة لتصميم أى مبنى يجب توفر بيانات محددة لشدة الإشعاع الشمسى فى موقع المشروع وهى :

- متوسط الشدة لكل شهر من أشهر السنة وتقاس بالميجا چول /م٢.يوم .
- متوسط مجموعة الأشعة فى ساعات معلومة من النهار فى أيام محددة وتقاس بميجا چول /م٢. ساعة = وات/م٢ .

وعادة تتوفر هذه البيانات فى أقرب محطة رصد جوية بالنسبة لموقع المشروع .

كما يمكن الحصول عليها من نشرات خاصة يصدرها مكتب الإرصاد الأمريكى Us. Weather Bureau الذى يجمع البيانات عن جميع أنحاء العالم .

زاويا سقوط الشمس :

هناك عدة طرق لتحديد موضع الشمس بالنسبة لموقع معين ، وذلك فى الفصول الأربعة للسنة ، وكذلك فى ساعات النهار المختلفة . وإحدى هذه الطرق هى طريقة نماذج القياس أو المزولة ، وميزتها هى المشاهدة المباشرة لكن نادراً ما يستعملها المعماريون . وتوجد طريقة أخرى تعتمد على الجداول والحسابات لكنها تحتاج إلى جهد كبير للوصول إلى النتائج التى تتميز بالدقة التامة . ويفضل المعماريون استخدام طريقة أخرى مبسطة هى الطريقة البيانية Graphical Method وذلك لسهولة استيعابها وإمكان الاستعانة بها فى حساب الطاقة الإشعاعية والتظليل .

ويمكن شرح الطريقة وكيفية استخدامها فيما يلى :

يتم رصد وتحديد وضع الشمس فى قبة السماء فى أى مكان وأى وقت من أوقات النهار عن طريق زاويتين هما (شكل ١٠) :

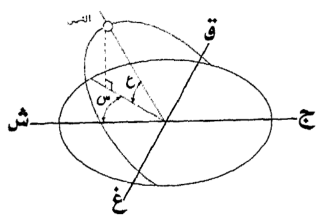
- *زاوية الارتفاع* Solar Altitude :

وهى الزاوية الرأسية بين خط الأفق والشمس وتقاس بالدرجات .

- *زاوية السمت* Solar Azimuth :

وهى الزاوية الأفقية للشمس وتقاس بالدرجات من اتجاه الشمال الجغرافى وفى اتجاه عقارب الساعة إلى الشرق والجنوب فالغرب ثم إلى الشمال مرة ثانية .

وتستعمل خرائط المسار الشمسى Solar Path Diagrams فى قياس زوايا الشمس (شكل ١١) ، وهى طريقة بيانية عملية ، تتلخص فى إسقاط حركة الشمس فى قبة السماء على مستوى أفقى . ويمثل خط الأفق دائرة مركزها عين المشاهد . ويمثل زوايا الارتفاع مجموعة من الدوائر المتحدة فى المركز ، موقعة على مسافات متناسبة تمثل كلّ منها ١٠ درجات وتبدأ بصفر° على المحيط الخارجى إلى ٩٠° فى المركز . وهذا التدريج مُوّقع عل كل من نصفيِ القطر الرأسى .



شكل ١٠ (أ) : زاويتا الارتفاع والسمت

شدة أشعة الشمس وات /م٢

١٤٠٠
١٢٠٠
١٠٠٠
٨٠٠
٦٠٠
٤٠٠

ثبات شدة أشعة الشمس

الارتفاع عن سطح البحر بالمتر
٣٠٠٠
٢٢٥٠
٩٠٠
مستوى سطح البحر

زوايا ارتفاع الشمس بالدرجات

١٠ ٢٠ ٣٠ ٤٠ ٥٠ ٦٠ ٧٠ ٨٠ ٩٠

شكل ١٠ (ب) : تأثير زاوية السقوط والارتفاع عن سطح البحر
في شدة أشعة الشمس

أما زوايا السموت فيمثلها زوايا مركزية متساوية قيمة كُلّ منها ١٠° وتبدأ من اتجاه الشمال فى اتجاه عقارب الساعة ، ويوقع التدريج الخاص بها على المحيط الخارجى بأكمله ليستخدم الجزء الشرقى بالنسبة لساعات ما قبل الظهر والغربى لساعات ما بعد الظهر .

وتمثل المنحنيات العرضية الإسقاط الأفقى لمسار الشمس ، وذلك فى أيام اختيرت لتناسب معظم الأغراض التصميمية .

أما ساعات النهار فتحددها منحنيات رأسية من وقت الشروق إلى الغروب .

ولتحديد زوايا الشمس يتم توقيع اليوم والساعة فى نقطة على الخريطة ، وتُوصَّل النقطة بالمركز ويمد المستقيم حتى المحيط الخارجى ليعطى زاوية السمت ، وعند دوران النقطة حول المركز فى اتجاه عقارب الساعة يمكن قراءة زاوية الارتفاع على التدريج الرأسى .

مثال :

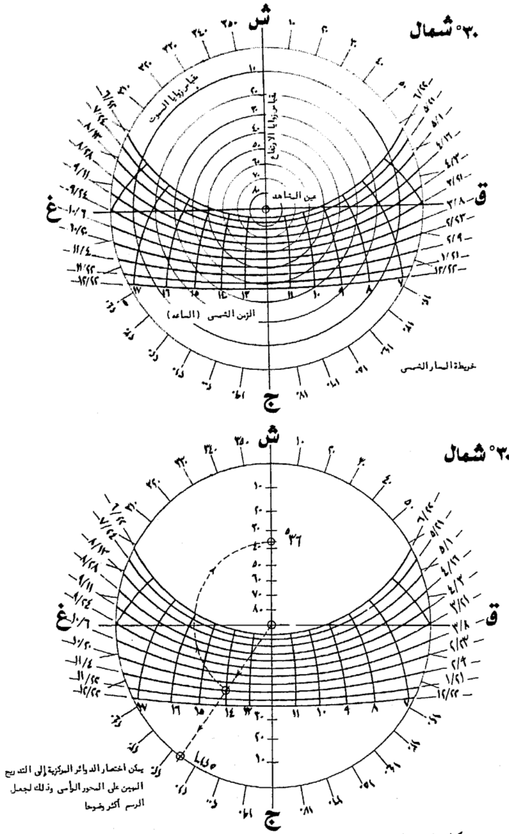
مطلوب تحديد زاويتى السمت والارتفاع للشمس باستعمال خريطة مسار الشمس ، وذلك لمدينة القاهرة (خط عرض ٣٠° شمالا) يوم ٩ فبراير الساعة الثانية بعد الظهر فتكون النتيجة (شكل ١١) :

زاوية السمت = ٢١٦°

زاوية الارتفاع = ٣٦°

زوايا الظل (شكل ١٢) :

تحدد زويا الظل الرأسية والأفقية ميل أشعة الشمس على واجهة ذات اتجاه معين فى زمن معروف .

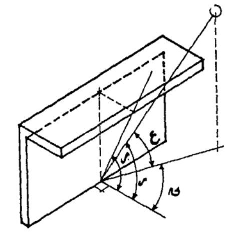


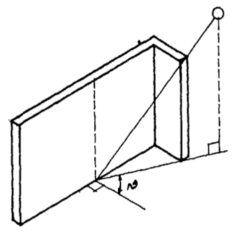
شكل ١١ : استخدام خريطة المسار الشمسى فى تعيين زوايا سقوط الشمس

وتعرف زاوية الظل الرأسية Vertical Shadow angle على سطح رأسى ، بأنها الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على السطح والمستقيم العمودى على هذا السطح .

أما زاوية الظل الأفقية Horizontal shadow angle فهى الزاوية المحصورة بين مسقط الشعاع الساقط والمستقيم العمودى على السطح الرأسى .

ويمكن قياس تلك الزوايا على خريطة المسار الشمسى Solar path chart ، بالاستعانة بمنقلة زوايا الظل Shadow angle Protractor .





ر : زاوية الظل الرأسية وهى الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على واجهة والمستقيم العمودى عليها

ع : زاوية الارتفاع

ق : زاوية الظل الافقية ، وهى الزاوية المحصورة بين المسقط الافقى للشعاع والمستقيم العمودى على السطح الراسى القام من نقطة التقاء الشعاع به

شكل ١٢ : زوايا الظل

منقلة زوايا الظل (شكل ١٣ أ) :

تمثل الخطوط المنحنية بها إسقاطا لزوايا الظل الرأسية ، وتمثل المستقيمات المركزية إسقاطا لزوايا الظل الأفقية على قبة السماء . وهذا التمثيل مطلق أى لايتقيد بتوجيه أو بخط عرض ليمكن استخدامها فى جميع الأوضاع . وتكون هذه المنقلة من مادة شفافة لتسهيل استخدامها ، ويراعى أن تكون بمقياس رسم هو نفسه المستخدم فى خرائط المسار الشمسى .

طريقة استخدام المنقلة :

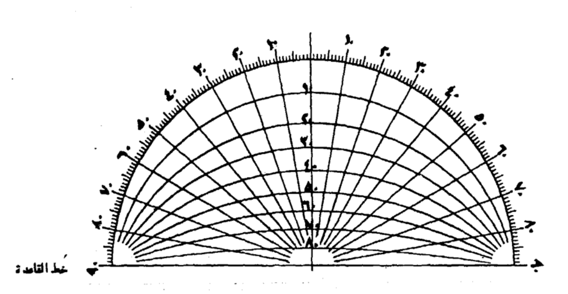
١ - يوقع اتجاه الواجهة على خريطة المسار الشمسى بحيث يمر بمركز الدائرة (الخريطة) الذى يمثل عين المشاهد .

٢ - تحدد اليوم والساعة المطلوبة على الخريطة الشمسية فى نقطة (أ)

٣ - توضع فوق الخريطة الشمسية منقلة زوايا الظل بحيث يتطابق المركزان .

٤ - توصل النقطة (أ) بالمركز وتمد بخط مستقيم حتى يقطع التدريج الموجود على المحيط الخارجى للمنقلة وليس الخرية لتكون هذه زاوية الظل الأفقية على الواجهة .

٥ - من النقطة (أ) يؤخذ موازى للخطوط المنحنية على المنقلة وتؤخذ قراءة زاوية الظل الرأسية على التدريج العمودى على قطر المنقلة .



شكل ١٣ (أ) : منقلة زوايا الظل

مثال : (شكل ١٣ ب)

مطلوب تحديد زوايا الظل الأفقية والرأسية لمبنى بياناته كالتالى :

الموقع : فى منطقة على خط عرض ١٠° شمال خط الاستواء .

(ملحوظة : تستعمل الخريطة الشمسية الخاصة بهذا الخط)

التاريخ والوقت المختار : ٢٢ يونية الساعة ٠٠ر١٦ (٠٠ر٤ بعد الظهر)

توجيه واجهة المبنى : جنوب غربى

الحل :

تتبع الخطوات السابق ذكرها ، فتكون النتيجة :

زاوية الظل الأفقية ٦٦°

زاوية الظل الرأسية ٦٥°

الحماية من أشعة الشمس :

تعتبر الحماية من أشعة الشمس القوية بالمناطق الحارة من الأشياء الضرورية .

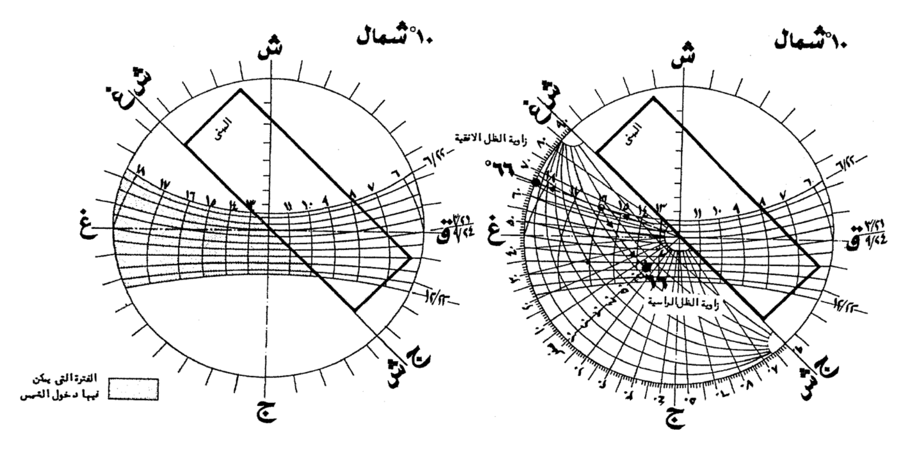
فمنذ القدم وسكان هذه المناطق يعملون على حماية أنفسهم منها باستعمال طرق مختلفة ، منها أغطية الرأس والمظلات ولبس الملابس الفضفاضة .

وقد انعكس هذا أيضا فى المحاولات الدائمة للوصول إلى طرق ناجحة فى حماية المبانى التى يستعملونها . وعموما يمكن تقسيم حماية المبنى من أشعة الشمس الشديدة إلى مرحلتين هما :

أولا : الإقلال من الأشعة المباشرة والمنعكسة التى تسقط على واجهات المبنى .

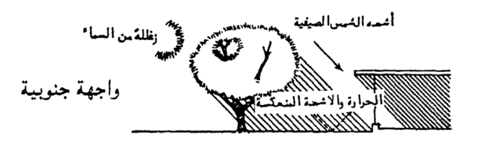
ثانيا : حماية المبنى من الأشعة الساقطة عليه .

ويمكن تناول كلتا المرحلتين بالشرح كلٌ على حدة كما يلى :

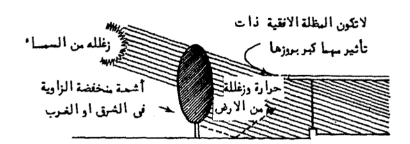


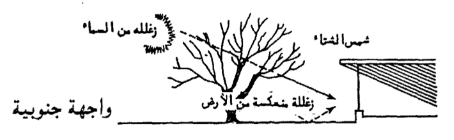
شكل ١٣ (ب) : استخدام المنقلة وخريطة المسار الشمسى فى قياس زوايا الظل

الإقلال من الأشعة المباشرة والمنعكسة التى تسقط على المبنى :

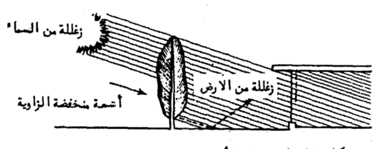


صيفاً : يمكن منع اشعة الشمس والزغللة





شتاءً : الشمس محببه ــ تكون الزغلله مشكلة فى حالــة الجليد فى المناطق البارد ة ٠



شكل ١٤ : استخدام الأشجار فى تظليل واجهات المبانى

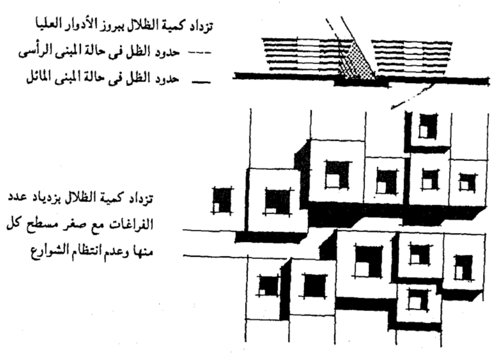
ويتم ذلك بواسطة :

١ - احاطة المبانى بمجموعات من الأشجار والشجيرات دائمة الخضرة التى تعترض أشعة الشمس قبل وصولها إلى حوائط المبنى وتظللها (شكل ١٤).

٢ - زراعة مساحات خضراء من النجيل حول المبنى مما يؤدى إلى عدم انعكاس الأشعة الضوئية إلى الحوائط ، وكذلك الحد من شدة الزغللة بالمنطقة المحيطة بالمبنى .

٣ - إيجاد مسطحات من المياه بجوار المبانى مع تزويدها بنافورات تساعد على تحريك مسحها حتى لايعمل كسطح عاكس . وهذا السطح بمياهه المتموجة يؤدى إلى تشتيت الأشعة الساقطة عليها وبالتالى تخفيف القوة الحرارية الضاغطة على المبانى .

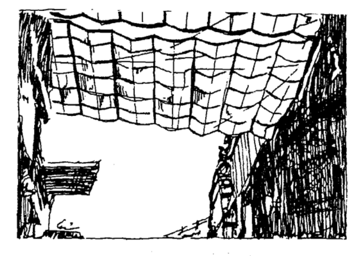
٤ - اتباع الحل المتضام Compact فى تجميع المبانى سواء فى التجمع السكنى أو وضع مجموعات المبانى بعضها مع بعض أو حتى على مستوى الشكل العام للمدينة (شكل ١٥) مما يقلل من تعرض الأسطح الخارجية لهذه المبانى لأشعة الشمس الشديدة ، كما أن اختلاف ارتفاعات المبانى وطرق التجميع يؤدى إلى تظليل بعض المبانى لما جاورها من مبانٍ أخرى ، ومن ثم تقل الطاقة الحرارية النافذة إلى داخل المبنى.



شكل ١٥ : تأثير شكل تجميع المبانى فى كمية الظلال الساقطة

أمثلة للشوارع المغطاة فى القرى الافريقية .
يتكون السقف من الحصير المجدول المشدود بين واجهات المنازل والمقوى بعوارض خشبية





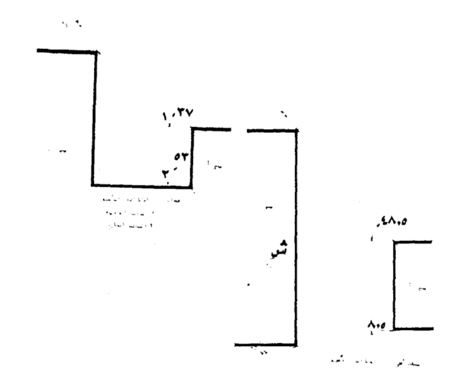
مظلة متحركة من قماش الكانفاس
أشبلية - أسبانيا

شكل ١٦ : تظليل الطرق والممرات

كما أن تظليل الممرات والطرقات لحماية المشاة من أشعة الشمس القوية ينتج عنه تظليل الواجهات (شكل ١٦) .

وهنا يجدر الإشارة إلى نقطة هامة ، وهى أن الهيكل العام للمدينة المعاصرة يتأثر أساساً بالمقياس المتولد عن الحركة الآلية المتغيرة ، ومن ثم كان من الصعب الاستمرار فى الاحتفاظ بالشوراع الضيقة ذات المقياس الإنسانى التى تحقق المزايا المناخية السابق ذكرها .

لذا كان من الضرورى إيجاد الفكر الذى يهدف إلى ايجاد اللقاء المناسب بين كل من المقياسين ، فيمكن الفصل بين شبكة طرق المشاة وشبكة طرق السيارات مع إعطاء كل منهما المعالجة المناسبة .



شكل ١٧ : تحديد كمية الظل التى يسقطها مبنى على آخر مجاور له .
تحديد زوايا الظل الرأسية والأفقية

وإذا استحال هذا الفصل فيمكن اللجوء إلى البواكى على جانبى الطريق ومحاولة التكسير فى خط البناء رأسياً وأفقياً .

ومن الأهمية الاستفادة من خريطة المسار الشمسى ومنقلة زوايا الظل فى تحديد كمية الظلال التى يسقطها مبنى على مبنى مجاور له ، ويمكن إعطاء المثال التالى كتطبيق :

مثال (شكل ١٧ ، ١٨) :

المطلوب دراسة تأثير المبنى (ب) على المبنى (أ) وتحديد كمية الظل الساقطة مع العلم بأن المبنيين فى موقع على خط عرض ١٠° شمالا وأن المبنى" أ " واجهته جنوبية غربية والمبنى " ب " مقابل له كما فى الرسم .

الحل :

١ - تُوَقع زاويتا الظل الرأسية والأفقية على القطاع وعلى المسقط الأفقى بنفس الطريقة المذكورة فى صفحة ٥٧ .

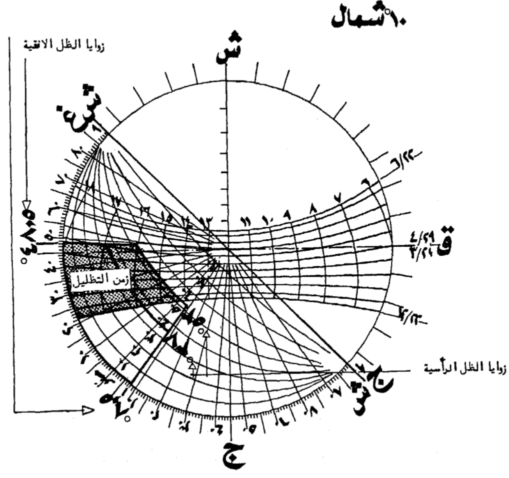
ويتضح من القطاع :

زاوية الشعاع الرأسية التى تجعل الشارع فى الظل هى ٥٣° .

زاوية الشعاع الرأسية التى تجعل واجهة المبنى " أ " فى الظل هى ٣٧° .

ومن المسقط الأفقى :

واجهة المبنى " أ " مظللة تماماً بزاوية ظل أفقية من ٨,٥° إلى ٤٨,٥° بواسطة أحرف المبنى " ب " الرأسية .



شكل ١٨ : تحديد كمية الظلال على خريطة المسار الشمسى

٢ - توقع الزوايا على خريطة المسار الشمسى وتحدد المنطقة المظللة .

٣ - النتيجة :

فى الشتاء تكون واجهة المبنى مظللة تماماً ابتداء من الساعة ٣,٤٥ .

أما الشارع فيكون مظللا فيما بين الساعة الثانية والساعة الخامسة بعد الظهر .

وتعتبر تلك المعالجات مثالية بالنسبة للمناطق الحارة الجافة ذات المبانى محدودة الارتفاع .

أما فى المناطق الحارة الرطبة فمن المستحب جعل الشوارع مستقيمة وواسعة والمبانى متباعدة وذلك لتسهيل حركة الرياح التى تخفف من نسبة الرطوبة العالية فى الجو . ومن الملاحظ أن الإكثار من النباتات الكثيفة يؤدى إلى إعاقة حركة الرياح ، لذلك تركزت محاولات الحماية من الشمس فى معالجة المبنى نفسه .

وبالنسبة للمبانى متعددة الأدوار بالمناطق الحارة الجافة فإن التظليل بواسطة الأشجار لا يكون إلا بالنسبة للأدوار السفلية فقط التى تصل إليها تلك الأشجار لذلك فمن الأهمية دراسة المبنى ذاته للحماية من أشعة الشمس .

حماية المبنى من الأشعة الساقطة عليه :

ويتأثر ذلك بعدة عوامل وهى :

١ - التوجيه Orientation

٢ - كتلة المبنى وشكله Form of the building

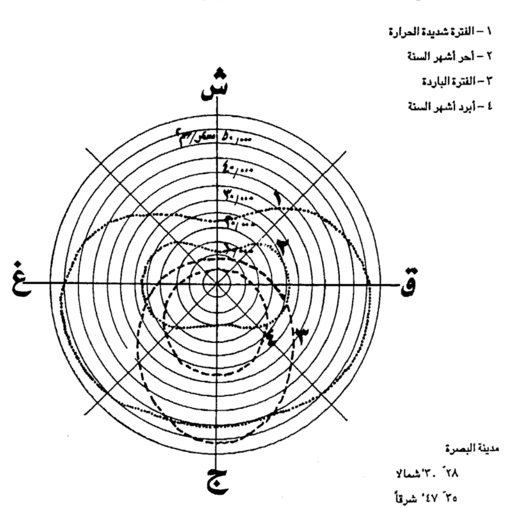
٣ - معالجة الأجزاء المصمتة (الأسقف والحوائط) .

٤ - معالجة الفتحات .

وفيما يلى شرح لكل عامل من هذه العوامل على حدة :

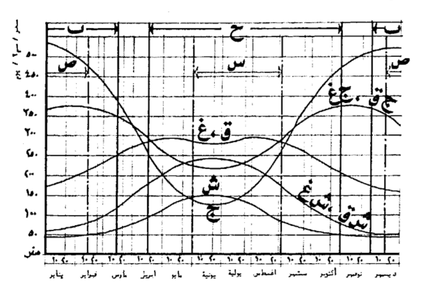
١ - التوجيه بالنسبة لأشعة الشمس Orientation :

يفضل أن يأخذ محور المبنى الطولى الاتجاه شرق غرب ، أى أن الواجهة الطولية هى الشمالية ، وبذلك تسقط أشعة الشمس على واجهة واحدة طويلة هى الجنوبية ، ويتضح ذلك فى شكل (١٩) ، حيث إن الجزء الشمالى يأخذ أقل كمية من الحرارة فى الفترة شديدة الحرارة Overheated Period ، كما تأخذ الواجهة الجنوبية أكبر كمية من الحرارة فى الفترة الباردة Underheated Period .



شكل ١٩ : القيم الكلية للإشعاعات قصيرة الموجة التى تسقط على الواجهات فى توجيهات مختلفة فى فترات مختلفة من السنة

ويلاحظ فى شكل (٢٠) أن الجنوب يتلقى صيفاً أقل كمية من أشعة الشمس ، وتعليل ذلك أن الشمس تكون شبه عمودية ، فتكون المركبة العمودية Perpendicular Component لأشعة الشمس على الواجهة القبلية أصغر ما يمكن والعكس صحيح بالنسبة لفصل الشتاء .

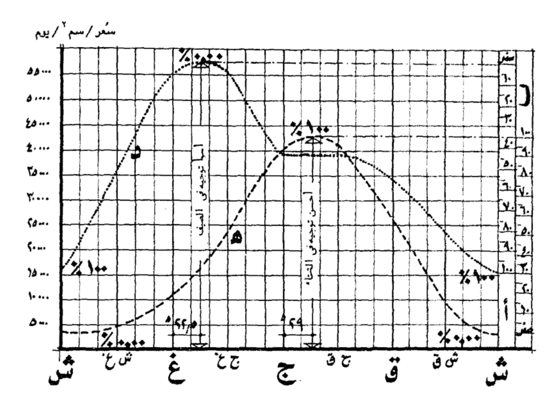


ح = الفترة شديدة الحرارة س = أحر أشهر السنة ب = الفترة شديدة البرودة ص = أبرد أشهر السنة

شكل ٢٠ : القيم اليومية للإشعاعات قصيرة الموجة التى تسقط على الواجهات الرأسية مختلفة التوجيه فى فترات مختلفة من السنة - مدينة البصرة

وشكل (٢١) يمثل « مقياس التفضيل فى التوجيه » ، حيث يمثل المنحنيان (أ ، ب) العلاقة بين الكمية الكلية للأشعة الساقطة (چول / سم^{٢}) وواجهة المبنى التى تتلقى تلك الأشعة وذلك بالنسبة للصيف والشتاء .

وعلى جانب الرسم تم توقيع مقياس التفضيل (أ ، ب) ، وهو تدرج فى النسب المئوية ، حيث تمثل ١٠٠٪ فى مقياس " أ " أفضل توجيه بالنسبة لفصل الصيف ، وهو الذى يستقبل أقل كمية من أشعة الشمس وهو تدرج من أعلى إلى أسفل ، أما مقياس " ب " فهو تدرج من أسفل إلى أعلى ، وفيه تمثل ١٠٠٪ أيضاً أفضل توجيه بالنسبة لفصل الشتاء ، حيث تستقبل الواجهة أكبر كمية من أشعة الشمس .



أ = مقياس تفضيل التوجيه صيفاً   و = حينما تتخطى درجة الحرارة اليومية ٢٢° مئوية

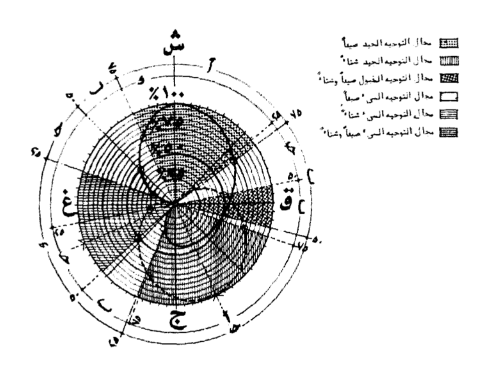
ب = مقياس تفضيل التوجيه شتاءً   هـ = حينما تقل درجة الحرارة اليومية عن ١٥° مئوية

شكل ٢١ : العلاقة بين الكمية الكلية للأشعة الساقطة على واجهة وتوجيه هذه الواجهة – مقياس التفضيل – البصرة ٢٨´ ٣٠° شمالا ، ٣٥´ ٤٧° شرقاً

ولتسهيل قراءته ترجم الرسم البيانى السابق الى خريطة التوجيه Orientation Chart (شكل ٢٢) .

ويدل التدريج على المحيط الخارجى على مجالات مستوى التوجيه . أما التدريج الداخلى على قطر الدائرة ، الذى يمثل دوائر متحدة المركز ، فيدل على نسب أفضلية التوجيه ، وذلك بالنسبة لفصلى الصيف والشتاء .

وهذه الخريطة هى تجميع لخريطتى توجيه الصيف والشتاء ، وهى ليست مطلقة بل تحدد بالنسبة للمواقع المختلفة حسب مكانها على خطوط الطول والعرض .

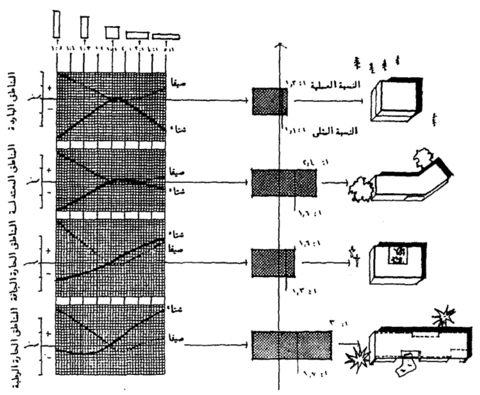


شكل ٢٢ : خريطة التوجيه – القاهرة ٣َ ٣٠° شمالا ، ١٥َ ٣١° شرقا

وواضح بالنسبة لخريطة مدينة البصرة بالعراق ، وهى تقع تقريباً على نفس خط عرض مدينة القاهرة أن التوجيه الأمثل الشمالى والتوجيه الأسوأ هو الغرب وذلك سواءً بالنسبة للصيف أو الشتاء .

وقد أجريت تجارب للوصول إلى أنسب شكل للمبنى بالنسبة للمناطق المختلفة ، ويوضح لنا شكل (٢٣) نتيجة هذه التجارب بالنسبة للمنطقة الحارة الجافة وكذلك الحارة الرطبة . ففى المنطقة الحارة الجافة ، تكون النسبة المثلى لاستطالة المبنى هى ١,٣:١ ويمكن أن تزيد إلى ١,٦:١ ، وبخلخلة الكتلة وعمل حوش داخلى تزداد المسطحات الشمالية ، دون تأثير على نسبة الاستطالة ، مما يؤدى إلى زيادة الظل سواءً على الواجهات أو على أرضية الفناء .

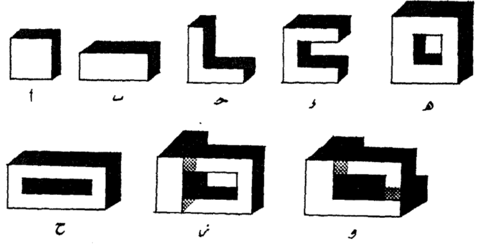
أما فى المناطق الحارة الرطبة فتكون النسبة ١ : ١,٧ – نظرياً – بالإمكان أن تزيد إلى ١ : ٣ عند التطبيق .



شكل ٢٣ : الشكل الأنسب للمبانى فى المناطق المناخية المختلفة

٢ - كتلة المبنى وشكله Form of the building :

يكون لشكل المبنى وكتلته أهمية كبيرة فى تحديد كمية الإظلال به . ويوضح (شكل ٢٤) اختلاف كمية الظلال بين مبانٍ ذات سطح مستوٍ . ويلاحظ أن أقل نصيب

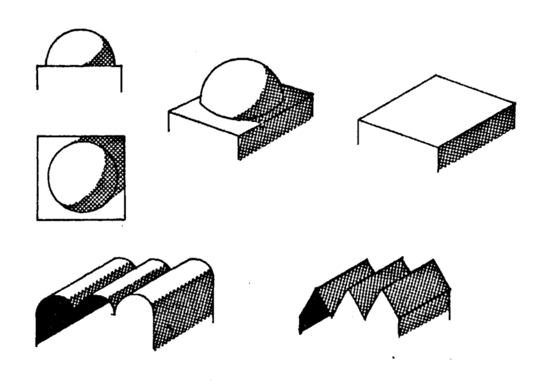


شكل ٢٤ : تأثير شكل المبنى على كمية الظلال الساقطة . من الواضح أن أكبر كمية ظلال تكون فى المبنى متعدد الأدوار ذى الحوش الداخلى

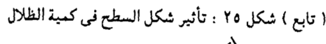
من الظلال يخص المبنى المربع ، وذلك سواء من ناحية الواجهات أو الأسقف المظللة وكمية الظل الساقطة على الأرض .

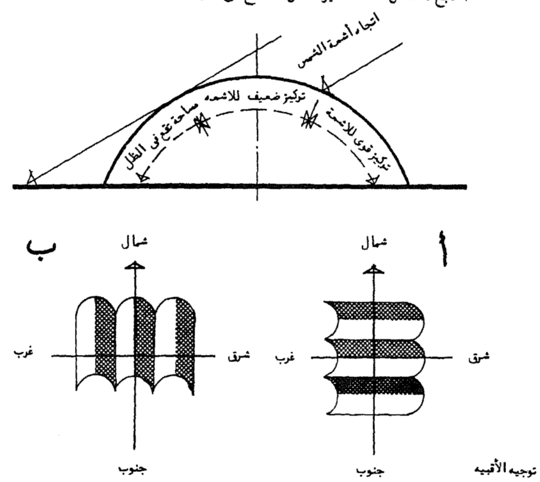
وتزداد كمية الظل كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيداً ، ويلاحظ كثرة الظلال فى المنزل ذى الحوش وخاصة إذا كان هناك أجزاء ترتفع أكثر من دور واحد . كما تأخذ المبانى غير مستوية الأسقف كمية ظلال أكبر ، وذلك بسبب عدم تعرض سطحها المحنى مثل القبة والقباب بالكامل لأشعة الشمس خلال ساعات النهار ، خلافاً لما يحدث بالنسبة للسطح الأفقى (شكل ٢٥) .

شكل ٢٥ : تأثير شكل السطح فى كمية الظلال



يؤدى استخدام الأسطح المنحنية والمنكسرة إلى زيادة كمية الظل الذاتى والساقط وبالتالى تقليل الجزء المعرض لأشعة الشمس من سطح المبنى . كذلك تكون شدة الأشعة على وحدة المساحة من السقف أقل منها على السطح الأفقى المستوى .


(تابع) شكل ٢٥ : تأثير شكل السطح فى كمية الظلال



أ – فى هذا الوضع يكون الجزء الاكبر من القبو معرض للشمس طوال النهار وبذلك لا يحقق القبو أقصى مميزاته .

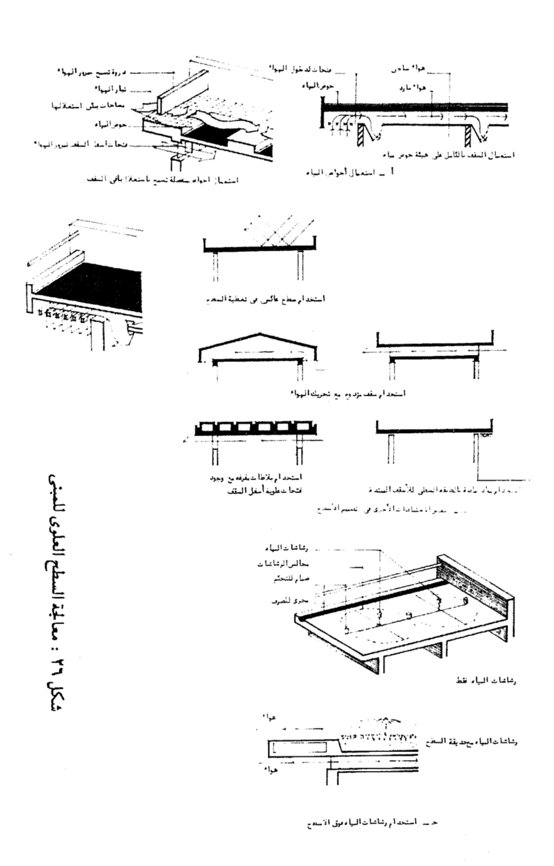
ب – فى هذا الوضع يتحقق أقصى استغلال لخواص القبو حيث يقع الظل فى الجانبين الشرقى أو الغربى وبذلك يظل الجزء الاكبر من القبو مظلل طوال ساعات النهار .

٣ – معالجة الأجزاء المصمتة :

معالجة السطح (شكل ٢٦)

يتعرض سطح المبنى العلوى لأشعة الشمس المباشرة طوال ساعات النهار ، لهذا كانت الحاجة لاتخاذ الاحتياطات اللازمة فى تصميمه وطريقة إنشائه . وعلاوة على ما سبق ذكره بالنسبة لشكل السطح يمكن إجراء الآتى :

أ – تغطية السطح العلوى للسقف بمادة عاكسة لأشعة الشمس لتقل الطاقة



شكل ٢٦ : معالجة السطح العلوي للمبنى

الحرارية الناتجة من سقوط الأشعة . ويستلزم هذا الأمر الصيانة المستمرة ، إذ أنه بفساد السطح العاكس بسبب العوامل الجوية يعطى نتيجة مخالفة للمطلوب .

ب - بناء السقف من بلاطتين منفصلتين كلياً عن بعضهما البعض ، لتتركا فراغاً لحركة الهواء الحرة تماما . وهنا تقوم البلاطة العليا بدور المظلة التى تقى السقف الرئيسى أو البلاطة السفلية من أشعة الشمس مع قيام طبقة الهواء المحصورة بينهما بدور العزل الحرارى .

جـ - استعمال مادة عازلة للحرارة مثل السيلتون توضع فوق البلاطة الخرسانة المسلحة مباشرة . كذلك يمكن تغطية الأسطح بمواد عزل طبيعية مثل الطمى وزراعتها بالنباتات الخضراء (حديقة السطح) .

د - استخدام رشاشات المياه على الأسقف ، حيث يتم خفض درجة حرارة السقف نتيجة للبخر ، وتعمل الرشاشات بضغط المياه فى مواسير التغذية أو بطرق ميكانيكية بسيطة كما يمكن توقيت عملية الرش على فترات أو بازدياد درجة حرارة الجو عن طريق ترموستات ، ويمكن الاستفادة بعملية الرش فى زراعة حديقة السطح .

هـ - يغطى السطح السفلى الممتد خارج حوائط المبنى (الكابولى) بمادة ذات لون داكن ، لتمتص أشعة الشمس التى قد تنعكس على سطح الأرض المحيطة حتى لا تنعكس مرة ثانية على المبنى .

٤ - معالجة الحوائط :

تتعرض الحوائط لكمية أشعة شمس أقل من السقف نظراً لاختلاف تعرضهما لأشعة الشمس حسب اتجاهها خلال ساعات النهار ، ولتغير زاوية ميل أشعتها باختلاف فصول السنة ، علاوة على كونها رأسية فتكون الطاقة المكتسبة فى هذه الحالة أقل مما يكتسبه السقف من الطاقة ذاتها . إلا أنها تتعرض للأشعة الشمسية المنعكسة وخاصة فى المناطق الصحراوية حيث تكتسب الرمال الناعمة خاصية السطح العاكس .

وهناك رأى قائل بأن تغطية الحوائط بمادة لامعة عاكسة لأشعة الشمس يفيد فى عكس الأشعة الساقطة بعيداً عن المبنى . ويمكن تنفيذ هذا الرأى إذا كان المبنى منفرداً بذاته . إذ أن كمية الأشعة التى تنعكس بعيداً عن المبنى من مبنى مجاور مطلى باللون الأبيض أو المغطى بسطح عاكس تفوق تلك الكمية التى يعكسها هو . لذلك فمن الأفضل استعمال سطح غير ناعم مثل البياض الخشن (الطرطشة) أو البروز بطوب الواجهات ، وذلك لكى تسقط البروزات ظلاً قد يصل إلى تغطية نصف مسطح الواجهة (شكل ٢٧) .



يستعمل الطوب الظاهر علاوة على الناحية الزخرفية فى اسقاط كمية من الظلال على الواجهة - منزل بواحة فى تونس

شكل ٢٧ : الملمس وكمية الظلال

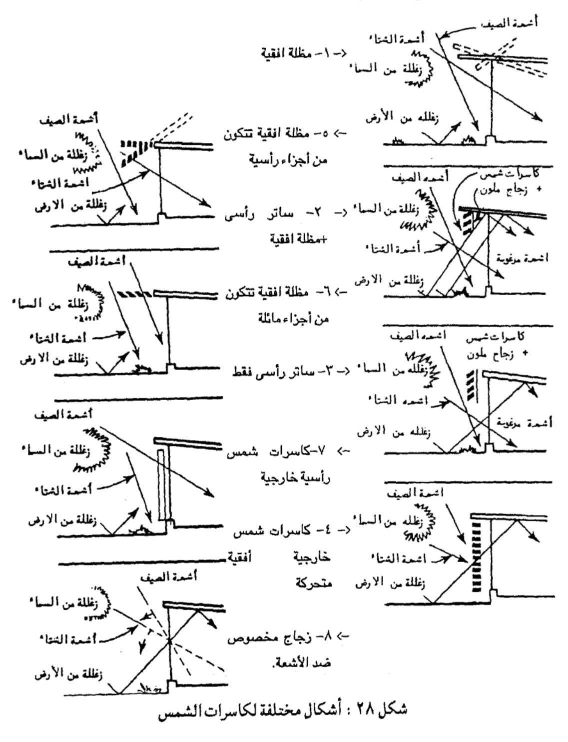
ويمكن اللجوء إلى تظليل الواجهات بواسطة كاسرات الشمس ، تماماً مثل التى تستعمل بالنسبة للفتحات ، أو جعل الحائط مزدوجاً بنفس فكرة السقف المزدوج السابق ذكرها أو البروز بكتل من المبنى ذاته .

٥ - معالجة الفتحات :

تعتبر الفتحات مصدراً رئيسياً لنفاذ الحرارة إلى داخل المبنى ، لذا وجب دراسة العوامل التى تتحكم فى كمية النفاذ الحرارى خلال الفتحات . وعلاوة على توجيه الفتحات الذى يتبع توجيه المبنى فإن تظليلها يعتبر من أهم تلك العوامل ويتم ذلك بواسطة كاسرات الشمس .

كاسرات الشمس Sun Breakers :

وهى عبارة عن عناصر تنشأ خصيصاً للوقاية من أشعة الشمس وتتخذ عادة أحد اتجاهين الرأسى أو الأفقى أو كليهما معاً (شكل ٢٨) .

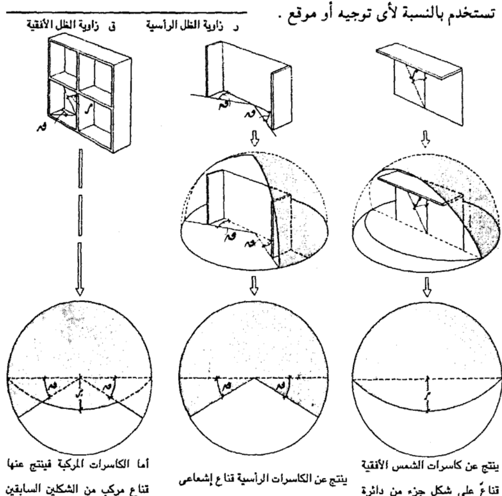


شكل ٢٨ : أشكال مختلفة لكاسرات الشمس

ويكون التعبير عن الظل الناتج من المعالجات المختلفة للفتحة بما يسمى قناع الإظلال .

قناع الإظلال Shading Mask :

وهو الشكل الناتج عن توقيع الظل الساقط على الفتحة بنفس طريقة الإسقاط المتبعة فى خريطة المسار الشمسى ، ويدل على الجزء من قبة السماء الذى سوف تحجبه الكواسر الشمسية عن نقطة الملاحظة الموجودة فى مركز الشكل ، فهو إسقاط لهذا الجزء على الخريطة الشمسية ، وهو يدل على تلك الأجزاء من السماء التى لن يصل منها إلى نقطة الملاحظة شيئاً من الأشعة . وحيث إن تلك الأقنعة هى إسقاطات هندسية مجردة الزوايا فهى مستقلة إذن عن أى اتجاه أو خط عرض ، لذلك يمكن أن تستخدم بالنسبة لأى توجيه أو موقع .



شكل ٢٩ : قناع الإظلال

ويأخذ قناع الإظلال شكله تبعاً للعنصر الذى ينتج عنه ، فينتج عن كاسرات الشمس الأفقية قناعً على شكل جزء من دائرة . وينتج عن الكاسرات الرأسية قناع إشعاعى Radial Pattern . أما الكاسرات المركبة فينتج عنها قناع مركب من الشكلين السابقين (شكل ٢٩) .

ويوضع قناع الإظلال لواجهة مبنى على خريطة المسار الشمسى بالتوجيه المطلوب ، يمكن قراءة الأوقات التى يتم فيها منع أشعة الشمس من الوصول إلى الواجهة.

ويكون قناع الإظلال كلياً (قناع ١٠٠٪) عندما تكون نقطة الملاحظة أسفل السطح المظلل أو يكون جزئياً (٥٠٪ مثلاً) إذا كانت نقطة الملاحظة تقع فى منتصف ارتفاع الواجهة المذكورة .

ويمكن إيجاز خطوات عمل قناع الإظلال لواجهة معينة فيما يلى :

١ - إيجاد زوايا الظل للشعاع على المسقط الأفقى أو الجانبى ، وذلك بتوصيل نقطة الملاحظة بالأحرف التى تسقط الظل ، سواء كان الإظلال كلياً أو جزئياً .

٢ - إيجاد المسقط أو المساقط الهندسية لتلك الزاوية أو الزوايا على خريطة المسار الشمسى وذلك باستخدام منقلة زوايا الظل .

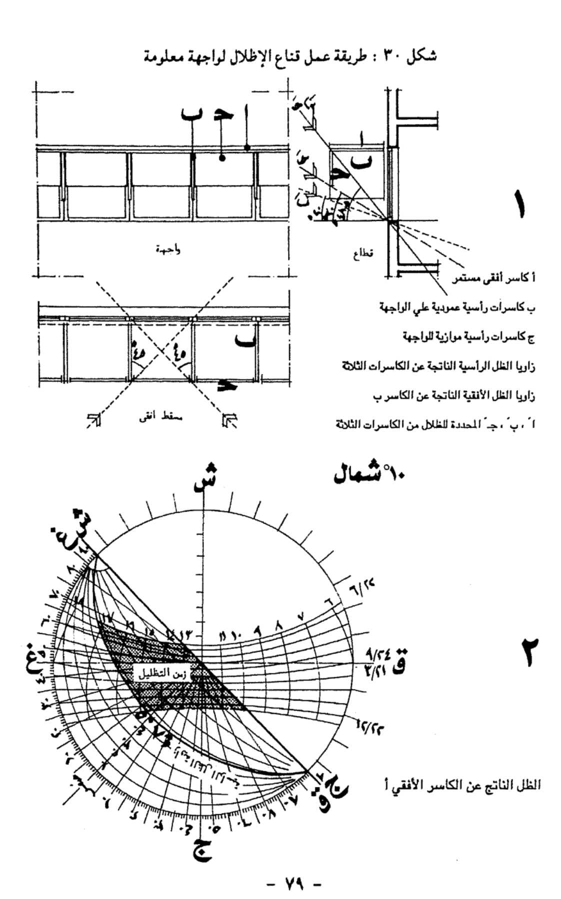
٣ - تركيب الإسقاطات المختلفة للحصول على قناع الإظلال النهائى .

مثال :

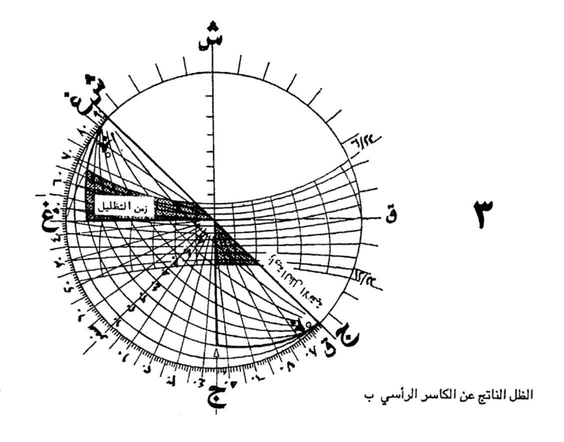
المطلوب عمل قناع إظلال كلىّ للواجهة المبينة علماً بأنها لمبنى يقع على خط عرض ١٠° شمال خط الاستواء وموجهة جنوب غرب .

بمراجعة الأشكال (٣٠) وتوقيع زوايا الظل لكل عنصر من عناصر كاسرة الشمس تكون النتيجة :

شكل ٣٠ : طريقة عمل قناع الإظلال لواجهة معلومة

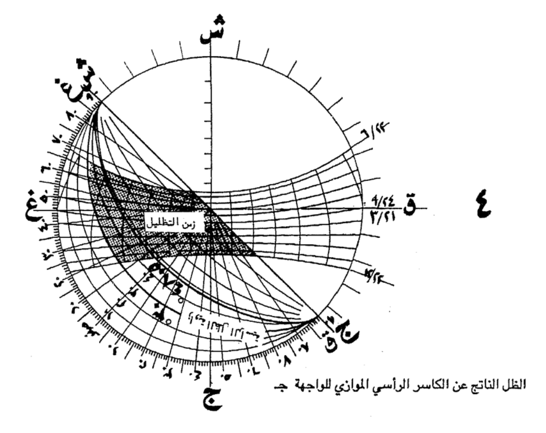


٣

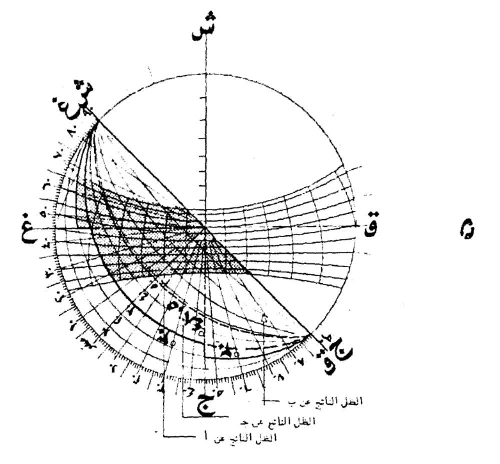


الظل الناتج عن الكاسر الرأسي ب

٤



الظل الناتج عن الكاسر الرأسي الموازي للواجهة جـ



زاويا الظل الرأسية ، وتمثل الجزء الذى يظلله كل عنصر من كاشرات الشمس الأفقية وكذلك الحافة العليا لكاسرات الشمس الرأسية الموازية للواجهة وذلك على المستوى الرأسى (القطاع الرأسى) .

بالنسبة للكاسر الأفقى يحدد زاوية الظل أ من ٩٠° إلى ٤٨,٥° .

بالنسبة للكاسر الرأسى الموازى للواجهة تحدد حافته العليا والسفلى .

زاوية الظل " أ " ٤٨,٥° و " جـ " ٣٠° على التوالى .

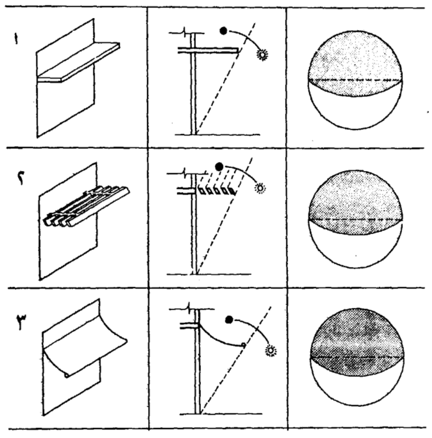
بالنسبة للكاسر الرأسى العمودى على الواجهة يحدد زاوية الظل من ٩٠° إلى ٢٠° .

زاويا الظل الأفقية ، وتمثل الجزء الذى يظلله كاسر الشمس الرأسى العمودى على الواجهة وذلك على المستوى الأفقى (المسقط الأفقى) .

وهذا الكاسر يحدد زاوية الظل " ب " من ٩٠° إلى ٤٥° .

وأيضاً من ٤٥° إلى ٩٠° .

ويمكن الوصول إلى قناع الإظلال لأى كاسرات شمسية مهما بلغت من التعقيد حيث تحلل إلى عناصرها البسيطة وتحدد أقنعة الإظلال لكل عنصر على حدة ثم تجمع لتعطى الشكل المركب النهائى (شكل ٣١) .

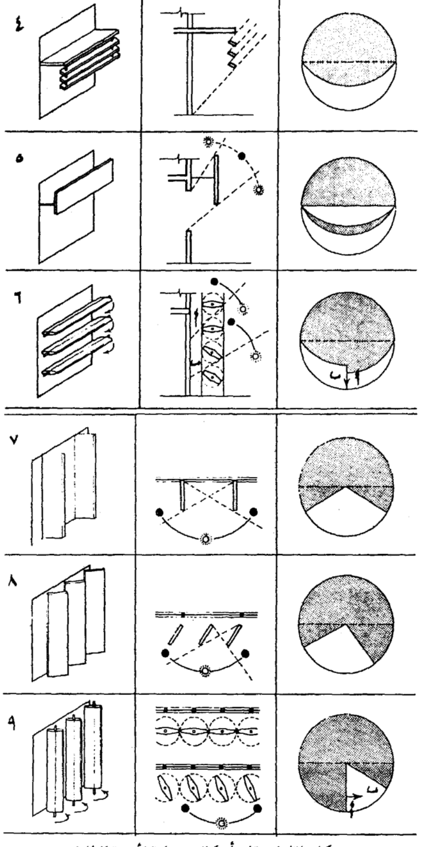


شكل ٣١ : أشكال مختلفة لأقنعة الظلال

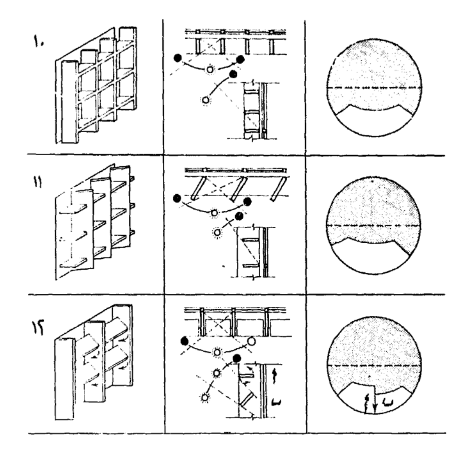
١-٦ أقنعة ظلال لكاسرات شمس تصلح للواجهات الجنوبية وما يقربها من توجيهات حيث تكون الشمس عالية

٧-٩ أقنعة ظلال لكاسرات شمس تصلح للواجهات الشرقية والغربية وما يقربها من توجيهات حيث تكون زاوية الظل الرأسية صغيرة.

١٠-١٢ أقنعة ظلال مركبة.



شكل ٣١ (بقية): أشكال مختلفة لأقنعة الظلال



شكل ٣١ (بقية): أشكال مختلفة لأقنعة الظلال

تصميم كاسرات الشمس :

ويمكن استخدام أقنعة الظلال بطريقة عكسية فى تصميم كاسرات الشمس وذلك:

١ - يرسم قناع الظل الأمثل للواجهة من ناحية طول وزمن وقت التظليل المرغوب وذلك بواسطة خريطة المسار الشمسى والمنقلة .

٢ - قراءة زوايا الظل الرأسية والأفقية المطلوبة على المنقلة وتوقيعها على المسقط والقطاع .

٣ - رسم الكاسرات المطلوبة فى القطاع والمسقط .

مثال :

فى مبنى مكاتب بمنطقة تقع عند خط عرض ٣٠° شمالاً يراد حماية فتحة عرضها ٣,٦٠ وارتفاعها ٢,٤٠ وارتفاع الجلسة ٠,٤٠ م ، باستعمال كاسرات الشمس مع العلم أن الفتحة متجهة جنوب شرق والوقت الحرج للتصميم من الساعة الحادية عشرة صباحاً وحتى الساعة الثانية بعد الظهر .

خطوات العمل (شكل ٣٢) :

أولا : بتحديد زمن الإظلال المطلوب على الخريطة الشمسية وقراءة زوايا الظل ينتج (شكل ٣٢ أ) :

زاوية الظل الرأسية = ٤٨° .

زوايا الظل الأفقية من ٢٠° إلى ٩٠° .

ومن هذا يستنتج أن الكاسرات الرأسية غير اقتصادية حيث تتطلب بروزاً كبيراً جداً .

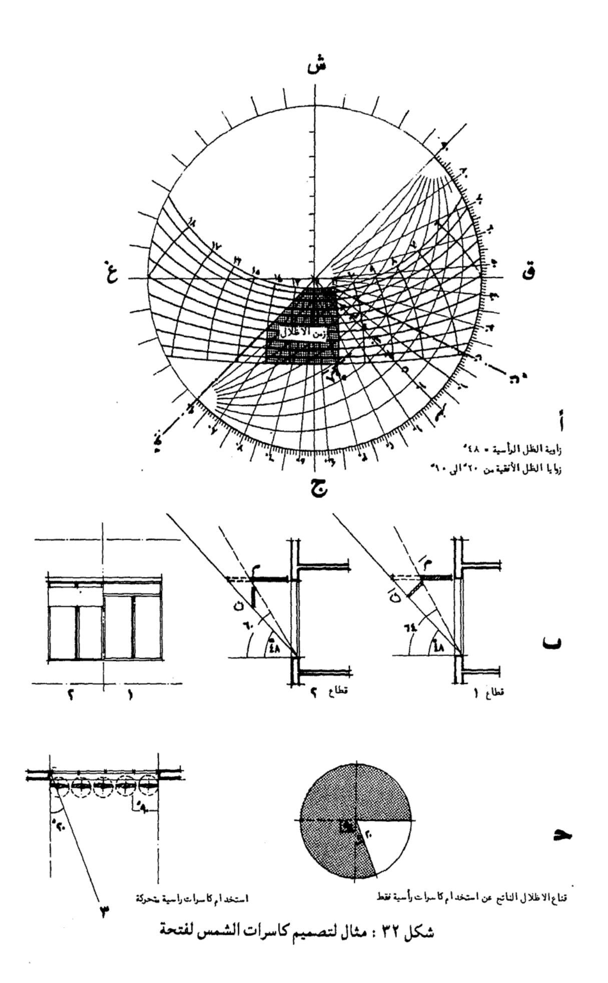
ثانيا : توقع زوايا الظل الرأسية على القطاع ويحدد شكل الكاسرات الأكثر ملاءمة شكل (٣٢ ب) .

وبما أن استخدام كاسر أفقى واحد يتطلب بروزاً كبيراً فى هذه الحالة ، يمكن اختيار أشكال مختلفة ثابتة ومتحركة للكاسرات بشرط أن تقوم بالإظلال المطلوب .

١ – كاسر " م " يظلل من ٩٠° إلى ٦٤° .

كاسر " ن " يظلل من ٦٤° إلى ٤٨° .

وهذا الكاسر يظهر مسطح زجاج أكبر من النافذة .



شكل ٣٢ : مثال لتصميم كاسرات الشمس لفتحة

٢ - كاسر " مَ " يظلل من ٩٠° إلى ٦٠° .

كاسر " نَ " يظلل من ٦٠° إلى ٤٨° .

ثالثا : ويمكن استخدام كاسرات رأسية متحركة (شكل ٣٢ جـ) .

ويمكن الوصول إلى نفس النتيجة بتحديد الزوايا السابقة على منقلة زوايا الظل ، وبوضعها على الخريطة الشمسية بالاتجاه المطلوب يمكن معرفة زمن التظليل .

ولكى تكون الحماية من الشمس مضمونة النجاح ، يجب دراسة كل واجهة على حدة .

ولايدل على فشل مبنى ، أكثر من استعمال نفس الكاسرات فى الواجهات الأربع ، إذ ليس هناك سبب منطقى لذلك .

وهناك قواعد عامة يجب مراعاتها عند استخدام كاسرات الشمس :

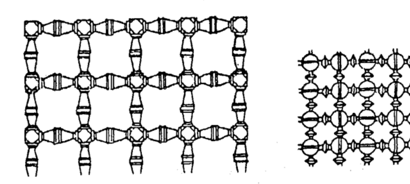
- بالنسبة للواجهات الجنوبية : تستعمل الكاسرات ذات الأقنعة القوسية Segmental ، وتستعمل الكاسرات الأفقية بنجاح .
- الواجهات الشرقية والغربية : تستعمل الكاسرات ذات الأقنعة المركزية Radial وهى كاسرات رأسية بالإمكان أن تأخذ ميلاً ناحية الشمال ، وذلك لإعطاء حماية أكبر من أشعة الشمس .
- أما الواجهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية فتستعمل فيها الكاسرات المركبة .
- تستعمل الكاسرات الثابتة فى الحالات الثلاث السابقة ، ولكن من المفضل استخدام الكاسرات المتحركة ، حيث تتغير زوايا الشمس بسرعة فى الشرق والجنوب الشرقى وكذلك فى الغرب والجنوب الغربى .
- يجب أن توضع الكاسرات بحيث تتلافى انعكاس أشعة الشمس الساقطة عليها على أى جزء من أجزاء المبنى .

- يجب أن تكون المادة المصنوعة منها الكاسرات خفيفة ولا تحتفظ بالحرارة حتى لا تسخن وتشع الحرارة على الواجهة .
- يستحسن ترك فراغ صغير بين كاسرة الشمس والواجهة ، وذلك لسحب الهواء الساخن بسرعة من على الواجهة ، ويقلل من انتقال الحرارة من خلال اتصال الكاسرة بالواجهة .

وتعتبر المشربية من أنجح الحلول فى معالجة الفتحات . وهى بالإضافة إلى وظيفتها الأساسية فى حجب أشعة الشمس فى مختلف أوضاعها إلا أن تدرج اتساع فتحاتها ، حيث تضيق هذه الفتحات عند مستوى النظر وتتسع بالتدريج إلى أعلى ، أدى إلى التدرج فى كمية الإضاءة النافذة ، الأمر الذى يمنع حدوث الزغللة ويحقق راحة العين .

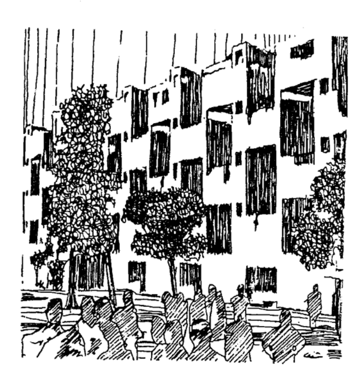
كما أنها تساعد فى تحريك الهواء داخل الغرفة حيث تزداد حركة سحب الهواء المنعش الداخل من الفتحات الصغيرة السفلية وخروج الهواء الساخن من الفتحات الكبيرة العلوية وبذلك تتحق تهوية طبيعية جيدة .

وبالإضافة إلى ما سبق فالمعروف أن استعمال المشربية يحقق أعلى درجات الخصوصية ، بالإضافة إلى أن استعمال مادة الخشب فى صناعتها يعطى الميزة فى أنه لا يسخن كثيراً بتأثير أشعة الشمس وبالتالى لا يشع حرارة على الهواء المحيط (شكل ٣٣) .

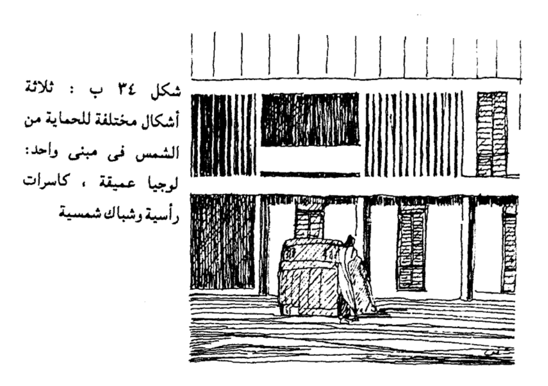


شكل ٣٣ : المشربية

ولا يقتصر الأمر فى تظليل الفتحات على استخدام كاسرات الشمس بشكلها المجرد ، بل يمكن أيضاً دراسة العناصر الإنشائية والمعمارية للاستفادة منها فى تظليل الواجهات ، فيمكن مثلا الاستفادة من البروزات الأفقية لبلاطات الأسقف فى معالجة الواجهات الجنوبية ، أما فى الواجهات الشرقية والغربية فتكون الأعمدة الرأسية البارزة ذات تأثير ملموس فى تظليل الفتحات . وتصل دراسة الواجهة إلى حد البروز بأدوار كاملة تقوم بدور الكاسرات الأفقية أو بالبروز بعنصر معمارى بارتفاع المبنى مثل الأبراج ، كذلك تقوم البلكونات بدور كبير فى تظليل الواجهة (شكل ٣٤) . وبالطبع فإن قناع الإظلال بالنسبة لجميع تلك العناصر يساعد على معرفة مدى صحة التصميم .



شكل ٣٤ أ : استخدام عناصر المبنى من بلوكانات ولوجيا فى مضاعفة كمية الظلال على المبنى



شكل ٣٤ ب : ثلاثة أشكال مختلفة للحماية من الشمس فى مبنى واحد: لوجيا عميقة ، كاسرات رأسية وشباك شمسية

وتستخدم الحصائر المتحركة والستائر المعدنية فى تظليل الفتحات فقط على عكس العناصر السابقة التى يمكن أيضاً استخدامها فى تظليل الواجهات .

كما يمكن الاستعانة بالتندات والمظلات الخفيفة المصنوعة من القماش أو المشمع التى يمكن التحكم فى بروزها تبعاً لزاوية ارتفاع الشمس ، وهى مفضلة فى المبانى المتنقلة وفى الحالات المؤقتة لعدم مقاومتها العوامل الجوية واحتياجها الدائم للصيانة والتغيير .

* * *

الفصل الثالث : الحرارة

- درجة الحرارة
  * مقياس درجة الحرارة
  * العوامل المؤثرة فى درجات الحرارة
  * درجات الحرارة فى مصر
- الانتقال الحرارى بين البيئة الخارجية والوسط الداخلى للمبانى
  * التوصيل الحرارى والمقاومة الحرارية
  * خواص سطح المادة
  * السعة الحرارية
  * التخلف الزمنى
  * طريقة بيانية لمعرفة درجة حرارة أى نقطة من الحائط
- التحكم فى الانتقال الحرارى بين البيئة الخارجية والوسط الداخلى للمبنى
  * المناطق الحارة الجافة
  * المناطق الحارة الرطبة

الفصل الثالث

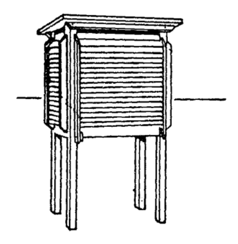
الحرارة

درجة الحرارة :

قياس درجة الحرارة :

وحدة القياس للحرارة هى الدرجة المئوية أو الفهرنهيت ، وتتم بواسطة الترمومتر الجاف الذى يعطى القيمة الحقيقية لدرجات حرارة الهواء فى الظل .

ويوضع الترمومتر داخل صندوق خشبى يطلق عليه Stevenson screen (شكل ٣٥) على ارتفاع حوالى ١,٨٠ متر من مستوى سطح الأرض . وإلى جانب هذه الطريقة لقياس درجة الحرارة ، توجد طرق أخرى متقدمة .



شكل ٣٥ : صندوق ستيفنسون

لقياس درجة الحرارة

والمعروف أن صفر درجة مئوية يساوى ٣٢ درجة فهرنهيت (ف°) .

وتستعمل المعادلة التالية لتحويل الدرجات المئوية (س م°) إلى درجات

فهرنهيت (ف°) : س م° = (س × $\frac{٩}{٥}$) + ٣٢ ← (ف°)

ولتحويل الدرجات الفهرنهيت (ص ف°) إلى درجات مئوية تستعمل المعادلة التالية :

ص ف° = (ص - ٣٢) × $\frac{٥}{٩}$ ← (م°)

وتعطى محطات الأرصاد بياناتها عن درجة الحرارة فى جداول لمتوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى وأيضاً متوسط الاثنين معاً وذلك لليوم والشهر .

ومتوسط درجة الحرارة لليوم أو الشهر لا تعطى صورة دقيقة عن الحرارة لمنطقة ما ، وهذا ما توضحه المقارنة التالية بين مدينتين تقعان فى مناطق مناخية مختلفة ولكن لهما نفس متوسط درجات الحرارة وذلك عن شهر يولية .

المدينة	متوسط درجات الحرارة	متوسط العظمى	متوسط الصغرى
القدس	٢٤,٥°م	٤١°م	١٠,٥°م
جاياكيل (فى الأكوادور)	٢٤,٥°م	٣١°م	١٩°م

وعلى هذا فإن البيانات المطلوبة لإعطاء الصورة الواضحة عن درجات الحرارة هى :

١ - المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة Monthly mean temperature .

٢ - المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة العظمى والصغرى

Monthly mean of Maxima and Minima temperatures

٣ - أعلى وأقل درجة حرارة مطلقة سجلت خلال الشهر

Absolute Maximum and Minimum temperature

٤ - المدى الحرارى ، وهو الفرق بين أعلى وأقل درجة حرارة سجلت خلال اليوم.

العوامل المؤثرة فى درجات الحرارة :

توجد أقصى درجات الحرارة فى المناطق الحارة بنصف الكرة الشمالى ، حيث يمكن أن تصل إلى ٥٠° م أو أكثر فى الظل . ولا يجعل جو تلك المناطق محتملاً إلاً انخفاض الرطوبة بالجو . أما فى المناطق الحارة الرطبة فيؤدى تشبع الجو بالرطوبة إلى تقليل قدرة الإنسان على احتماله .

ونظرياً تكون المناطق الاستوائية أكثر المناطق حرارة بسبب تعامد زاوية الشمس وتعرضها لأكبر قدر من الإشعاع الشمسى . غير أن التدرج فى درجات الحرارة من خط الاستواء إلى القطب ليس منتظماً ، ويرجع ذلك التأثير إلى العوامل التالية :

أ - خط العرض وفصول السنة :

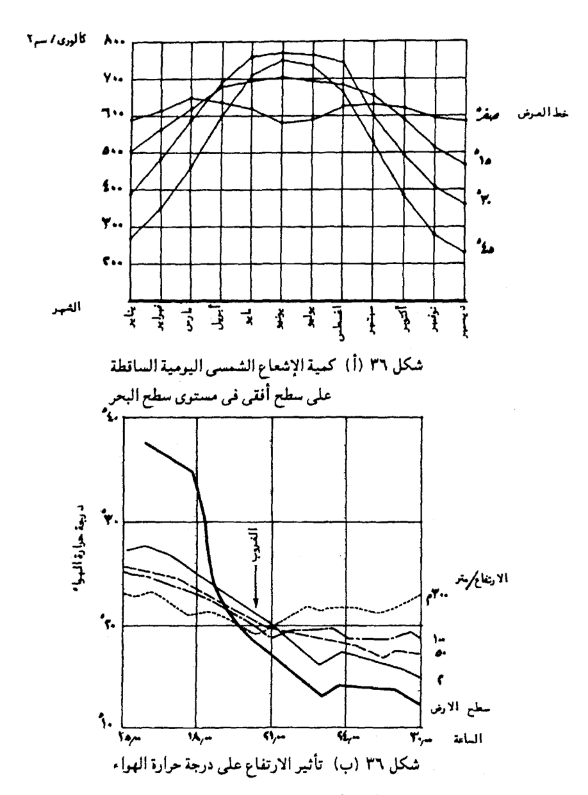
حقيقة أن زاوية سقوط أشعة الشمس وبالتالى شدتها والحرارة الناتجة عنها تقل كلما ابتعدنا عن خط الاستواء ، ومع ذلك فإن عدد ساعات النهار حيث يكون للشمس تأثير يزداد فى الصيف .

وينتج من ذلك أن أقصى كمية للإشعاع الشمسى صيفاً على سطح الأرض تكون محصورة بين خطى عرض ٣٠° و ٤٥° شمالاً (شكل ٣٦) .

ويؤثر انخفاض الحرارة فى الشتاء على تحديد المتوسطات السنوية لكمية الحرارة فى تلك المناطق . والنتيجة هى أن أكبر معدل إشعاع حرارى يحدث تقريباً عند خط عرض ١٥° .

ب - الغلاف الجوى :

يكون لصفاء الغلاف الجوى وخلوه من السحب والغبار من عدمه تأثير كبير على وصول أشعة الشمس إلى سطح الأرض بدون فاقد كبير فى طاقتها الحرارية .



شكل ٣٦ (أ) كمية الإشعاع الشمسى اليومية الساقطة على سطح أفقى فى مستوى سطح البحر

شكل ٣٦ (ب) تأثير الارتفاع على درجة حرارة الهواء

تؤثر طبوغرافية الموقع تأثيراً شديداً على درجة حرارة الهواء إذ يؤدى فرق فى الارتفاع من ٧ إلى ٨ أمتار إلى فرق ٥ إلى ٦ درجات مئوية فى درجة الحرارة وذلك فى حالة سكون الريح

جـ - الموقع بالنسبة للمسطحات المائية :

تبلغ سرعة اكتساب وفقدان الحرارة بالنسبة للأرض ضعف سرعة مسطح ماء فى نفس المساحة . لذا كانت الظاهرة المعروفة بنسيم البر ونسيم البحر ، التى تقلل من فروق درجات الحرارة الشديدة بين الليل والنهار على المواقع الساحلية .

درجات الحرارة فى مصر :

يظهر تأثير العوامل السابق ذكرها على التباين فى توزيع درجات الحرارة بالنسبة للمناطق المناخية فى مصر . ففى فصل الشتاء تبلغ درجة الحرارة أدناها فى شهر يناير ويظهر تأثير البحر المتوسط واضحاً فى تدفئة منطقة الساحل الشمالى ، ولا يتفوق عليها سوى الطرف الجنوبى للبلاد نظراً لقربه من المنطقة المدارية . فمثلا يتقارب متوسط درجة الحرارة بمدينة الإسكندرية التى تقع على خط عرض ١٢ ٣١° شمالا مع نظيره لمدينة الأقصر الواقعة على خط عرض ٤٠ ٢٥° شمالا ، حيث يبلغ الأول فى شهر يناير ١٣,٨° م ويبلغ الثانى فى نفس الوقت ١٤,٢° م .

ويرتفع متوسط درجة الحرارة من أدناه فى شهر يناير ليصل أقصاه فى شهر يولية فى جميع أنحاء البلاد . ويحدث هذا الارتفاع ببطء فى منطقة الساحل الشمالى حتى أنها تصل إلى الحد الأقصى فى شهر أغسطس بدلاً من يولية مثل باقى المناطق .

وتحُول نسبة الرطوبة على سواحل البحر الأحمر دون انخفاض درجة حرارتها كثيراً فى الشتاء كما يبدو من مقارنة درجات الحرارة فى القصير وقنا مثلا وهما واقعتان على خط عرض متقارب .

وتتضح قارية المناخ فى مصر وتطرفه مع الابتعاد عن تأثير البحر إلى الداخل حيث يزداد المدى الحرارى السنوى فبينما يبلغ ٨,٩° م فى الإسكندرية يصل إلى ١٢,٧° م فى القاهرة و ١٧,٨° م فى الأقصر .

المدينة	الشهر	متوسط العظمى	متوسط الصغرى	المدى الحرارى
القصير :	يناير	٢٣,٧	١٣,٨	٩,٩
٨ ٢٦' شمالاً	يولية	٣٣,٤	٢٦,٣	٧,١
قنا :	يناير	٢٢,٧	٦,٧	١٦,-
١٠ ٢٦' شمالاً	يولية	٤٠,٨	٢٣,٧	١٧,-

الانتقال الحرارى بين البيئة الخارجية والوسط الداخلى للمبانى :

عند سقوط كمية من أشعة الشمس على حائط فإن جزءاً من تلك الأشعة ينعكس مرة أخرى للجو المحيط ، بينما يمتص الجزء الآخر حيث يتحول إلى طاقة ترفع درجة حرارة السطح الخارجى للحائط أولا ثم بقيته لتصل إلى الهواء الداخلى للمبنى .

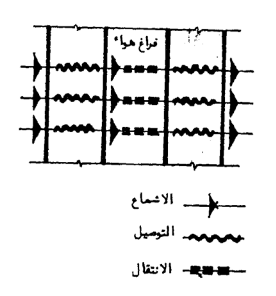
ويأخذ انتقال الحرارة من وإلى المبنى أربعة أشكال مختلفة هى (شكل ٣٧) :

أ - التوصيل Conduction : وهو تدفق الحرارة خلال جزيئات المادة من الجزىء ذى الطاقة الحرارية الأكبر إلى الجزىء ذى الطاقة الحرارية الأقل .

ب - الانتقال Convection : وهو يعنى تدفق جزيئات المادة الساخنة نفسها من مكان لآخر وبتغيير فى محتواها الحرارى .

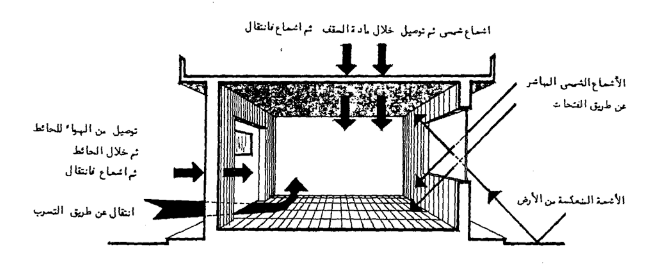
جـ - الإشعاع الحرارى Radiation : وهو انتقال الحرارة خلال فراغ معين عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية .

د - البخر والتكثيف Evaporation and Condensation : وهو يعنى التغير فى حالة المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية وبالعكس مما يؤدى إلى امتصاص أو انبعاث حرارة من المادة نفسها وهذه الخاصية تستغل فى التبريد .



شكل ٣٧ : أشكال النفاذ الحرارى خلال حائط مزدوج

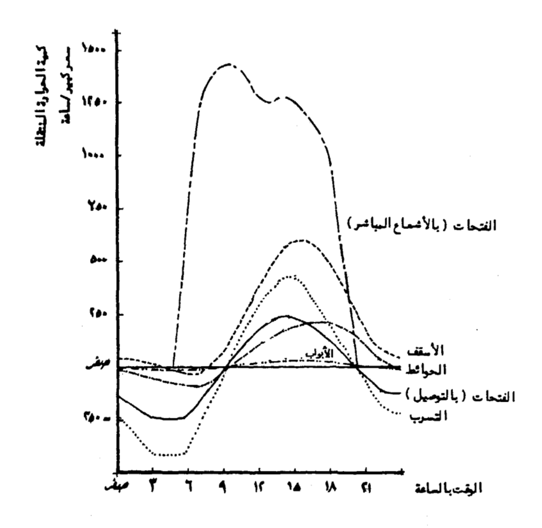
ويتغير شكل انتقال الحرارة خلال تدفقها من خارج المبنى إلى داخله أو العكس تبعاً لمقطع الحائط ومكوناته (شكل ٣٨) .



شكل ٣٨ : النفاذ الحرارى من البيئة الخارجية إلى داخل المبنى

ويتم الانتقال الحرارى بين البيئة الخارجية والوسط الداخلى للمبنى من خلال الحوائط والأسقف وكذلك من خلال الفتحات . وتنتقل الحرارة بنفس الطريقة خلال الأسقف والحوائط على السواء ، إلا أن كمية الأشعة الساقطة على السطح تكون أكبر

نتيجة لطول مدة تعرضه للشمس فتجعل الحرارة المتسربة من خلاله إلى الداخل أكبر من الحوائط الرأسية . أما الفتحات فتعتبر المصدر الرئيسى لنفاذ الحرارة إلى الداخل (شكل ٣٩) إذ يزيد الزجاج من النفاذ الحرارى إلى الداخل بمقدار يفوق أكثر من ٣٠ ضعف النفاذ الذى يحدث خلال الأسطح المعتمة . وتختلف درجة النفاذ الحرارى حسب نوع الزجاج ودرجة شفافيته ونقائه .



شكل ٣٩ : النفاذ الحرارى خلال الفتحات بالنسبة لعناصر المبنى

ويتأثر معدل انتقال الحرارة من وإلى المبنى بالخواص الحرارية الطبيعية لمواد البناء وهى :

التوصيل الحرارى Thermal Conductivity

والمقاومة الحرارية Thermal Resistance

ومعامل التوصيل الحرارى لمادة λ هو كمية الحرارة المتدفقة بالتوصيل فى وحدة الزمن خلال وحدة سمك لوحدة مساحة بفرق وحدة قياس حرارى بين سطحى المادة . هذا بفرض أن درجة الحرارة على جانبى المادة وتوزيعها خلالها متجانس وثابت خلال الزمن .

ويقاس معامل التوصيل الحرارى λ بوحدة قياس هى :

چول / ثانية . م^{٢} . درجة مئوية

أما مقاومة المادة لتدفق الحرارة (ق) فهو عكس التوصيل الحرارى حيث :

$$ق = \frac{١}{\lambda}$$

ويمكن حساب التدفق الحرارى (د) خلال حائط ذى معامل توصيل حرارى معلوم (ووحدته چول / ثانية) من المعادلة :

$$د = م \frac{\lambda}{س} (ز_{٢} - ز_{١})$$

حيث مساحة الحائط = م سمك الحائط = س

معامل التوصيل الحرارى λ فرق درجات الحرارة من الخارج والداخل = $ز_{٢} - ز_{١}$

من هذه العلاقة يثبت أن التوصيل الحرارى لحائط يتناسب عكسياً مع سمك الحائط .

ومما يؤثر فى معدل تدفق الحرارة بين الهواء الخارجى والداخلى خلال مادة حائط أو سقف ، طبقة من الهواء الساكن Film تكون ملاصقة لكل من السطحين ، إذ أن هذه الطبقة تكسب الحائط مقاومة أكبر نظراً لأن الهواء موصل ردىء للحرارة . ويتناقص سمك هذه الطبقة بازدياد سرعة الهواء ، كما يزداد بازدياد خشونة السطح .

لذلك فإنه عند حساب معدل التدفق الكلى للحرارة ، فإن المقاومة الحرارية لكلا السطحين الداخلى والخارجى يجب أن تضاف إلى المقاومة الحرارية لمقاومة مادة الحائط نفسها .

خواص سطح المادة Surface Characteristics :

وهى درجة عكس أو امتصاص السطح للأشعة وكذلك مدى انبعاث الأشعة الحرارية من سطح المادة أو قدرة المادة على نشر أو بعث الحرارة مرة أخرى منها عندما توضع فى وسط أقل فى درجة حرارته منها .

والجدول التالى (جدول ١) يبين خواص السطح لبعض المواد وألوان الدهانات المستخدمة فى البناء .

المادة أو اللون	درجة الانعكاس	درجة الامتصاص	درجة الانبعاث
ألومنيوم مصقول	,٩٥	٠٥ ر	٠٥ ر
ألومنيوم مؤكسد	,٨٥	,١٥	,١٢
حديد مجلفن	,٧٥	,٢٥	,٢٥
دهان برونزى	,٥٠	,٥٠	٥٠ ر
دهان أبيض	,٨٨	,١٢	,٩٠
لون رمادى فاتح	,٦٠	,٤٠	,٩٠
رمادى غامق	,٣٠	,٧٠	,٩٠
اللون الأسود	,١٥	,٨٥	,٩٠

جدول رقم (١) : درجة الانعكاس والامتصاص والانبعاث لبعض المواد

السعة الحرارية Heat Capacity :

السعة الحرارية لحائط أو سقف هى كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة وحدة حجوم درجة واحدة مئوية ، وتعرف بالسعة الحرارية الحجمية للمادة ووحدة قياسها چول/سم^{٣} . درجة مئوية .

وتعتمد السعة الحرارية للمادة على كلّ من :

الحرارة النوعية ، ووحدة قياسها چول/جم . درجة مئوية .

والكثافة ، ووحدة قياسها كجم / م^{٣} لهذه المادة .

وبما أن اختلاف الحرارة النوعية بين مواد البناء المختلفة صغير جداً فإن الكثافة هى الفيصل فى تحديد السعة الحرارية لمواد البناء ومن ثم القدرة التوصيلية لهذه المواد ، لأنه كلما زادت كمية الحرارة المطلوبة لتسخين مادة الحوائط والأسقف قل النفاذ الحرارى إلى الداخل عن طريق هذه الحوائط .

التخلف الزمنى Time Lag :

تؤدى الطاقة التى يمتصها حائط (أو سقف) إلى رفع درجة حرارته . ومعظم تلك الحرارة يعود الحائط فيشعها بعد غروب الشمس أى بعد غياب مصدر الطاقة .

وكمية الأشعة التى يستقبلها أىّ سطح خارجى غير ثابتة أثناء النهار ، وذلك بسبب تغير زوايا أشعة الشمس وشدتها . وتنتقل الحرارة بتغيرها هذا من السطح الخارجى للحائط إلى الطبقات الداخلية (سمك الحائط) لتبلغ السطح الداخلى بعد فترة زمنية معينة . وعلى هذا تبلغ درجة حرارة السطح الداخلى أقصاها بعد السطح الخارجى بفترة حيث يبدأ هذا الأخير فى فقدان حرارته . وتسمى هذه الفترة الزمنية التى تصل فيها درجة حرارة السطح الداخلى للذورة بالتخلف الزمنى ، وهى تتناسب مع المقاومة الحرارية للمادة ومع سمك الحائط تناسباً طردياً .

والجدول رقم (٢) يبين فترة التخلف الزمني بالنسبة لبعض مواد البناء

مادة البناء	السمك (سم)	التخلف الزمني (ساعة)
الحجر الطبيعي	٢٠	٥,٥
	٣٠	٨
	٤٠	١٠,٥
	٦٠	١٥,٥
	٣٠	٧,٨
	٤٠	١٠,٢
الطوب الأحمر	١٠	٢,٣
	٢٠	٥,٥
	٣٠	٨,٥
	٤٠	١٢
الخشب	١,٢٥	٠,١٧
	٢,٥	٠,٤٥
	٥	١,٣
ألواح عازلة للحرارة	١,٢٥	٠ر٠٨
	٢,٥	٠,٢٣
	٥	٠,٧٧
	١٠	٢,٧
	١٥	٥
الخرسانة	٥	١,١
	١٠	٢,٥
	١٥	٣,٨
	٢٠	٥,١

جدول رقم (٢) : التخلف الزمني لبعض مواد البناء

ومما يجب ذكره أن صعوبة تحديد القيم والقياسات السابقة يجعل من المستحيل تقريباً تحديدها بدقة بالنسبة لكل مادة على حدة ، لكنها تستعمل فى مقارنة خصائص المواد ببعضها البعض .

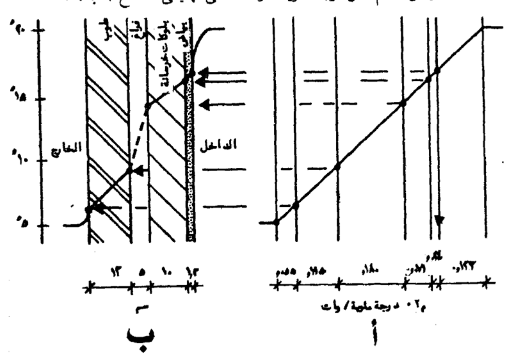
طريقة بيانية لمعرفة درجة حرارة أى نقطة من الحائط (شكل ٤٠) :

- يرسم مقطع (أ) فى الحائط يبين طبقاته المختلفة ، وبمقياس يمثل درجة مقاومته أى $\frac{1}{\lambda}$ بدلاً من السمك .

أى تمثل كلّ ٠١ر٠ ثانية . م٢ . درجة مئوية / چول (٠١ر٠ م٢ . درجة مئوية/وات) بـ ١ سم مثلا .

- وبجانب هذا يرسم قطاع (ب) عادى للحائط وليكن بمقياس ١ : ١٠ .

- يوقع مقياس فى الاتجاه الرأسى لدرجة الحرارة يناسب كلاً من القطاعين ليكن ٣ مم لكل درجة مئوية ، وذلك على نهايتى القطاع (ب) .



شكل ٤٠ : طريقة بيانية لمعرفة درجة حرارة طبقات الحائط المتتالية

- تُوقَع درجة الحرارة على كلٍ من السطح الخارجى والداخلى للحائط وتُوصلا بمستقيم يقطع طبقات المقطع (أ) .

- تسقط نقط التقاطع التى تمثل درجات حرارة الطبقات المختلفة على القطاع (ب) لتعطى صورة عن تدرج الحرارة داخل مقطع الحائط .

التحكم فى الانتقال الحرارى بين البيئة الخارجية والوسط الداخلى للمبنى :

هو يتم عن طريق اختيار مواد البناء وطريقة الإنشاء المناسبة واستخدام العناصر المعمارية للمبنى بطريقة ملاءمة .

المناطق الحارة الجافة :

بالنسبة للمناطق الحارة الجافة فإن فاعلية الدور الذى يلعبه الغلاف الخارجى فى تحديد كمية الحرارة المنتقلة من وإلى المبنى تتوقف على اختيار مادته طبقاً لخواصها الحرارية وعلى طريقة تصميمه إذ :

- تؤثر زيادة المقاومة الحرارية للمادة بتخفيض حدة تدفق الحرارة من الخارج إلى الداخل وبالعكس .

- يلعب اللون الخارجى الفاتح لغلاف المبنى دوراً رئيسياً فى زيادة مقاومته لتدفق الحرارة بسبب خواص الانعكاس التى تقلل حدة النفاذ الحرارى خلاله .

- تلعب كثافة مادة البناء دوراً هاماً فى رفع مقاومته الحرارية حيث يؤدى استخدام مواد ثقيلة ذات سعة حرارية كبيرة إلى زيادة التخلف الزمنى مما يحافظ على درجات الحرارة ثابتة بالداخل لأطول فترة ممكنة .

- يعطى استعمال الحوائط المفرغة أو المزدوجة نتائج طيبة للحد من نفاذ الحرارة حيث إن الهواء المحصور بين جزأيها يعمل عازلاً حرارياً . إلا أنه يجب

تحريك هذا الهواء باستمرار بجعل فتحات أعلى وأسفل الحائط الخارجى ، وذلك لأن ركوده يؤدى إلى سخونته وانخفاض فاعليته كعازل (شكل ٤١) .

- يعتبر استعمال مواد العزل الحرارى مثل الصوف الزجاجى والفلين واللباد وغيرها من أفضل الوسائل ، وتتميز بخفة الوزن مع إمكان استعمال طبقات متعددة وبأشكال متنوعة . وقد أدت كفاءة هذه المواد وإمكاناتها إلى الاستفادة منها فى تصنيع حوائط سابقة التجهيز خفيفة وسهلة التركيب وفى نفس الوقت لها قوة عزل حرارى تفوق الحوائط التقليدية (شكل ٤٢) .
- يجب زيادة مسطح الظلال على الواجهات وذلك بمعالجتها ضد أشعة الشمس باتباع الطرق السابق ذكرها .

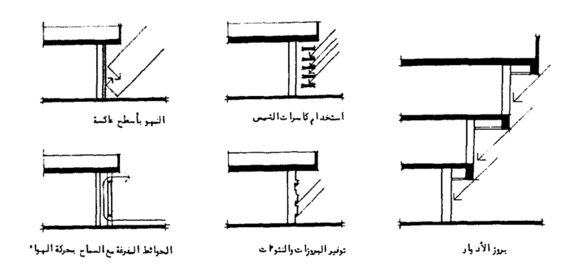
المناطق الحارة الرطبة :

ويختلف الوضع تماماً بالنسبة للمناطق الحارة الرطبة حيث يكون المدى الحرارى اليومى صغيراً وتكون الوظيفة الأساسية للغلاف الخارجى هى الحماية من العوامل المناخية مثل الشمس والرياح والأمطار ، لذلك يتطلب الأمر استخدام الحوائط الخفيفة المسامية التى تسمح " بتنفس " المبنى وسريان الهواء داخله مما يخفف وطأة الإحساس بالرطوبة .

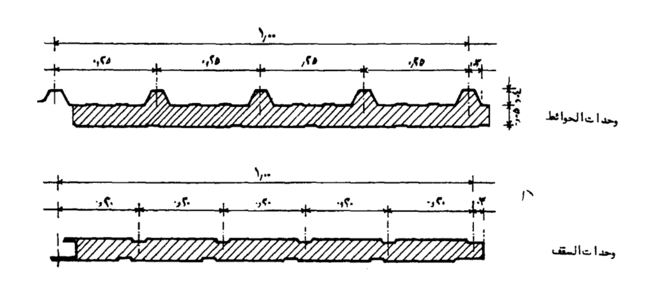
ولأن الحوائط قليلة السمك فإن درجة الحرارة الداخلية ترتفع بشدة إذا لم تأخذ تلك الحوائط حقها فى التظليل .

وفى تلك المناطق يستحسن اللجوء إلى بروز السقف أو إلى كاسرات الشمس فى التظليل ، ذلك لأن كثافة النباتات أمام المبنى قد تؤدى إلى إعاقة حركة الهواء المطلوبة ، كما أنها بتنفسها تزيد من الرطوبة فى الجو الأمر الذى يؤدى إلى عدم الراحة .

ويجب اجتناب أى تخزين حرارى كما يجب أن تكون مسطحات كبيرة من الحوائط قابلة للفتح وذلك بغرض التهوية .



شكل ٤١ : بعض معالجات للحوائط التى ترفع من كفاءة العزل الحرارى لها



شكل ٤٢ : الألواح المعزولة Sandwitch Panel

- سطح اللوح من الصاج الملون أو الألومنيوم أو الخشب المضغوط أو الهاردبورد

- المادة العازلة الداخلية البولي يوريتان أو البولي أستيرين

وتجدر الإشارة هنا بأن الدهان باللون الأبيض أو الفضى يعكس جيداً الإشعاعات الحرارية لكنه فى الوقت ذاته يسبب زغللة غير مريحة ، لذا يجب الابتعاد عن الأبيض الناصع واستخدام الألوان الفاتحة أو الباهتة .

وتسرى المبادىء الأساسية فى معالجة الحوائط على الأسقف أيضاً حيث يجب استعمال أسقف خفيفة عاكسة مظللة جيدة التهوية للوصول بالمناخ الداخلى إلى نتيجة مريحة .

* * *

الفصل الرابع : الطاقة الشمسية والعمارة

- مقدمة
- الاستخدام السلبى للطاقة الشمسية

* الطريقة المباشرة لاكتساب وفقدان الحرارة
* الطرق غير المباشرة
* اكتساب أو فقدان الحرارة بالعزل
* العناصر الأولية للتصميم الشمسى

الفصل الرابع

الطاقة الشمسية والعمارة

مقدمة :

ناقشت النقاط السابقة موضوع أشعة الشمس فى المناطق الحارة وتأثيرها غير المرغوب فيه على الزيادة فى درجة حرارة المناخ الخارجى وبالتالى على درجة حرارة الفراغات الداخلية للمبانى وكيفية معالجة هذا التأثير . ونتيجة لذلك فقد أعتبرت أشعة الشمس ذات تأثير سلبى يتحتم تجنبه أو على الأقل التحكم فيه بدرجة كبيرة . إلا أنه من الأهمية الاستفادة من الناحية الإيجابية لأشعة الشمس وما تمثله من طاقة يمكن استعمالها فى كثير من الأنشطة ، وبذلك يمكن الاقتصاد أو التنويع فى مصادر الطاقة .

لذلك اتجهت معظم الدول وخاصة الدول الصناعية فى استخدام الطاقة الشمسية لخدمة المجالات المختلفة من الحياة . كما أن الدراسات والأبحاث تعطى مؤشرات جيدة عل الاستخدامات العديدة لها فى مجال العمارة .

الاستخدام السلبى للطاقة الشمسية Passive Solar Energy :

ويطلق عليه " السلبى " نظراً لاستخدام الطاقة الشمسية كما هى دون تحويل .

وهناك الاستخدام " النشط " للطاقة الشمسية Active Solar Energy ، حيث تُحوّل الطاقة الشمسية إلى أنواع أخرى من الطاقة ، مثل الطاقة الكهربائية أو الطاقة الهيدروليكية قبل استخدامها .

وتستخدم الطاقة الشمسية سلبياً فى تدفئة وتبريد المبانى أى خفض درجة حرارة الجو الداخلى لها ، وهذا يعتمد على دراسة المسار الطبيعى لأشعة الشمس (الطاقة) حول المبنى وخلاله بهدف الوصول إلى توفير الراحة الفسيولوجية للإنسان .

ففى حالة التدفئة يتم تجميع الطاقة الشمسية وتخزينها ثم إعادة توزيعها بواسطة الوسائل الثلاث الأساسية للانتقال الحرارى وهى : الانتقال والتوصيل والإشعاع . وقد يستلزم الأمر استعمال بعض وسائل التحكم المساعدة للوصول بالطاقة إلى أفضل استغلال ممكن ، لهذا يجب أن يكون الاهتمام بترشيد فقدان الطاقة ضرورياً ، وذلك عن طريق دراسة العزل الحرارى والتوجيه ، ونسبة السطح إلى الحجم ، والمادة المستخدمة ذاتها والملمس واختيار مواد النهو .

أما التبريد فهو ببساطة تحسين المناخ الداخلى للمبنى بالاستخدام الأنسب للظواهر الحرارية الطبيعية . ومن الطرق المستخدمة فى التبريد نذكر التهوية الطبيعية ، والتحكم فى الفتحات ، والتبريد الليلى لكتلة الهواء الداخلية ، وانخفاض درجة حرارة الأرض وغير ذلك من الطرق .

والمبنى المصمم ليبرد تبريدا طبيعيا يجب أن يحتوى على عناصر تقلل من اكتساب الحرارة ، مثل العزل الجيد ، وكواسر الشمس المدروسة ، والتوجيه السليم .

وإذا أمكن التحكم فى الحرارة الخارجية قبل اختراقها بغلاف المبنى يكون ذلك فى مصلحة التصميم . ومن الأهمية التخلص من الحرارة داخل المبنى باستخدام خواص الانتقال الحرارى سالفة الذكر أيضا وهى الانتقال والتوصيل والإشعاع ، علاوة على وسائل أخرى مثل التبخير Evaporation ، والتجفيف Dehumidification .

وهناك ثلاث طرق رئيسية لاستخدام الطاقة الشمسية فى التسخين والتبريد وهى :

أ - اكتساب أو فقدان مباشر للطاقة الشمسية Direct gain/loss .

ب - اكتساب أو فقدان غير مباشر وذلك بواسطة الحائط المختزن للحرارة أو بركة مياه على سطح المبنى .

جـ - التسخين أو التبريد بالعزل ويشمل طريقة الفراغ الشمسى Sunspace والسيفون الحرارى Thermosiphon .

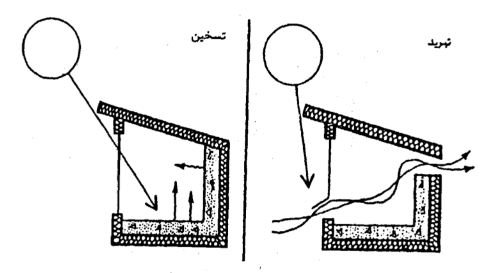
وفيما يلى شرح لهذه الطرق .

الطريقة المباشرة لاكتساب أو فقدان الحرارة (شكل ٤٣) :

هى أكثر الطرق شيوعا فى استخدام الطاقة الشمسية ، وفيها بتكامل الفراغ مع تجميع وتخزين الطاقة .

ففى فصل الشتاء يتم تجميع الطاقة الشمسية عن طريق مجمع الطاقة Collector وهو ببساطة عبارة عن سطح زجاجى يتم توجيهه إلى الجنوب غالبا للاستفادة بأكثر وقت لسقوط أشعة الشمس ، حيث يسمح لها بالدخول إلى الفراغ الموجود خلفه فتمتصها عناصر تخزين للحرارة محسوبة الكمية تدخل ضمن التكوين المعمارى للمنشأ .

أما أثناء الصيف فتتم عملية خفض درجة حرارة الفراغ الداخلى (التبريد) بالتحكم فى تحريك بعض أجزاء الحوائط والأسقف وفتح النوافذ لكى تؤدى التهوية الطبيعية وظيفتها فى تبريد كل من الكتلة والفراغ .

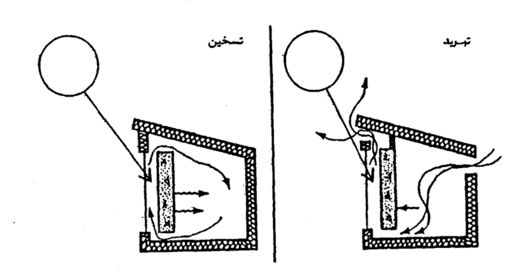


شكل ٤٣ : الطريقة المباشرة لاكتساب أو فقدان الحرارة

الطرق غير المباشرة :

الحائط المخزن للحرارة - الحائط السميك Thermal storage wall - mass wall (شكل ٤٤) ، وفكرتها الأساسية هى انتقال الحرارة من أشعة الشمس إلى الكتلة ثم إلى الفراغ .

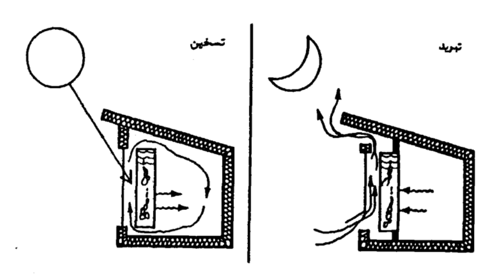
وفيها يفصل التجميع والتخزين عن الفراغ عضويا ، لكنهما يبقيا متصلين حراريا إذ تنتقل الطاقة خلال الحائط بالتوصيل ثم إلى الفراغ بالإشعاع . وفى هذه الطريقة غالبا ما تكون كتلة الحائط المختزن للحرارة من الحجر أو الخرسانة ، ويوضع خلف الزجاج ذى التوجيه الجنوبى مباشرة ، ويمكن تهوية الحائط باتجاه الداخل إذا ما توفر المصدر الحرارى أثناء النهار . هذا فى حالة التدفئة شتاء . أما فى حالة خفض درجة الحرارة للفراغ الداخلى صيفاً فيجب تهوية تلك الحوائط فى اتجاه خارج المبنى أو على الأقل تظليلها .



شكل ٤٤ : الحائط السميك المختزن للحرارة

- الحائط المائى المختزن للحرارة Thermal storage wall - water wall
(شكل ٤٥) ، فى هذه الطريقة يقوم الماء بدور الوسط المختزن للحرارة . وهو غالباً ما يحفظ فى براميل أو مواسير توضع مباشرة خلف الزجاج الجنوبى ، وفى الشتاء يمتص الماء أشعة الشمس ويتم إشعاع الطاقة تدريجياً إلى الداخل .

وبالنسبة لخفض درجة الحرارة صيفاً يجب تظليل الحائط المائى وتعريضه لتيار هوائى لسحب الحرارة فى إتجاه خارج المبنى . ويمكن الوصول إلى خفض درجة الحرارة بنسبة كبيرة بتهوية الحائط ليلاً حيث تكون درجة حرارة الهواء الخارجى أقل .



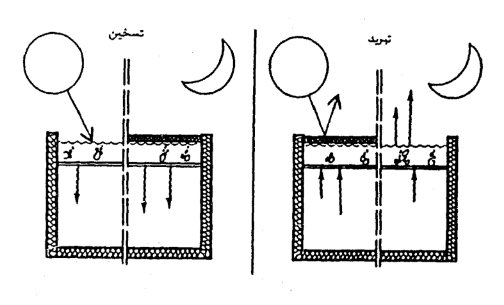
شكل ٤٥ : الحائط المائى المختزن للحرارة

- طريقة بركة المياه على السطح Roof Pool (شكل ٤٦) :

وفى هذه الطريقة يوضع الماء المختزن للحرارة على سطح المبنى (دور واحد) ، وفى أثناء تدفئة المبنى شتاء تتعرض كتلة الماء على السطح لأشعة الشمس المباشرة أثناء النهار لامتصاص الطاقة الحرارية واختزانها .

وللقيام بتدفئة المبنى أثناء الليل يتم تغطية بركة الماء المختزنة للطاقة بواسطة أجزاء متحركة عازلة للحرارة وبذلك يوجه الإشعاع الحرارى إلى داخل المبنى .

وتُعكس هذه العملية صيفاً حيث تمتص الحرارة الداخلية نهاراً بواسطة الماء الذى تتم تغطيته من الشمس ، ويكشف الغطاء عن الماء ليلاً للسماح بإشعاع الحرارة إلى الفضاء الخارجى .



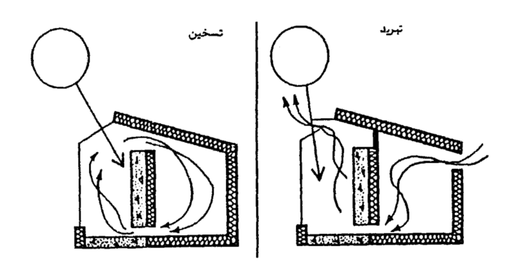
شكل ٤٦ : طريقة بركة مياه السطح

اكتساب أو فقدان الحرارة بالعزل Isolated Heat Gain or Loss :

- *طريقة الفراغ الشمسى Sunspace* (شكل ٤٧) :

وفيها يتم عزل عملية تجميع الطاقة وتخزينها المبدئى عن جميع فراغات المعيشة بالمبنى ، وهذا يسمح باستقلال النظام الشمسى فى أداء وظيفته عن بقية أجزاء المبنى مع إمكان سحب كمية الطاقة حسب الطلب .

وعند عملية التبريد يمكن استغلال الفراغ الشمسى فى خلق تيار هواء من الخارج يقوم بعملية التبريد ، كما يجب تظليله لتلافى ارتفاع درجة حرارة الفراغ نفسه ودرجة حرارة الكتلة المختزنة للحرارة .



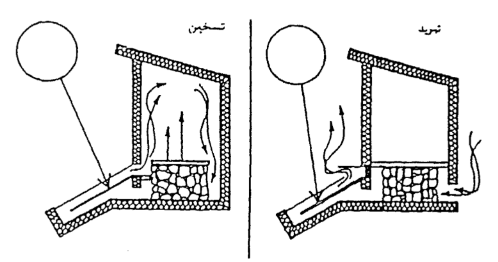
شكل ٤٧ : طريقة الفراغ الشمسى

- *السيفون الحرارى Thermosiphon* (شكل ٤٨) :

وفكرتها الأساسية تعتمد على الانتقال الطبيعى الناتج عن ارتفاع غاز لأعلى أو انخفاضه لأسفل عند رفع أو خفض درجة حرارته .

فعندما تسخن أشعة الشمس سطح المجمع الشمسى Collector يصعد الهواء الساخن الملامس للسطح إلى أعلى ساحباً معه الهواء الأقل درجة حرارة من قاع المخزن ، مكوناً بذلك دورة طبيعية لانتقال الحرارة . وهكذا يمكن أن تنتقل الحرارة إلى الفراغ لتدفئته عن طريق الهواء أو أن تختزن فى الكتلة الحرارية إلى حين الحاجة إلى استخدامها .

أما فى فصل الصيف فيمكن استخدام المجمع الشمسى Collector كمدخنة حرارية حيث يسمح بتمرير الهواء السابق تبريده خلال الكتلة المختزنة للحرارة لتبريدها .



شكل ٤٨ : طريقة السيفون الحرارى

العناصر الأولية للتصميم الشمسى :

هناك عناصر أولية فى التصميم الشمسى ، وذلك بالنسبة لجميع الطرق السابق ذكرها وهى :

- تجميع الطاقة الشمسية .
- التخزين الحرارى والتوزيع .
- التحكم .

وفيما يلى تعريف وإيضاح لهذه العناصر :

- *تجميع الطاقة الشمسية Solar Collection* :

وتتم بواسطة المُجمِعات Collectors ، وهى عبارة عن ألواح من البلاستيك أو الفايبرجلاس أو الزجاج الشفاف أو المنفذ للضوء فقط ، الذى يأخذ اتجاه الجنوب . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار مدى تأثر هذه المواد بالشمس وبعناصر الجو الأخرى .

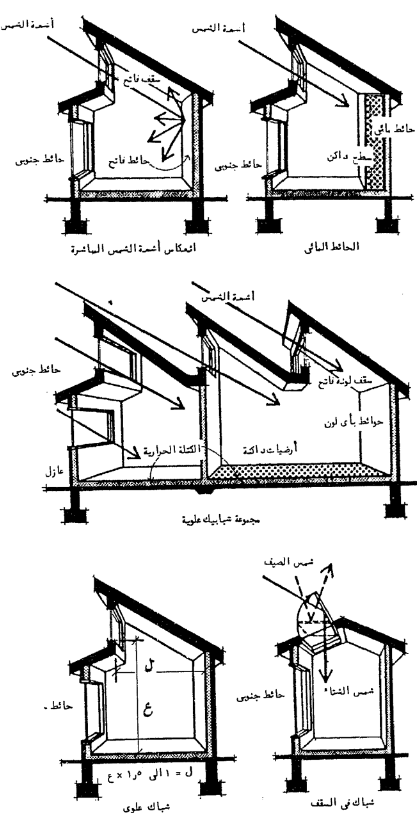
ويوجه المجمع الشمسى أساساً إلى الجنوب ، وإن كان من الممكن أن ينحرف التوجيه فى مجال ٣٠° شرقاً أو غرباً . ويمكن للمجمع أيضاً أن يكون فى صورة نوافذ تخدم الأغراض الأخرى مثل الإضاءة والمنظر الخارجى .

ولكى يوصف التصميم والتوجيه للمجمع بالنجاح يجب أن يحقق كسباً حرارياً كافياً للمحافظة على الجو الداخلى للمبنى فى الشتاء عند درجة حرارة متوسطة تبلغ ٢٠° مئوية لمدة ٢٤ ساعة . وعلى هذا الأساس أمكن التوصل إلى تحديد جداول توضح العلاقة بين مسطح الشباك ودرجات الحرارة ، مثل الجدول التالى :

متوسط درجة الحرارة فى فصل الشتاء	مسطح الشباك الزجاجى بالقدم² المطلوب لكل ١ قدم² من سطح الأرضية عند خط عرض			
	٣٦°	٤٠°	٤٤°	٤٨° شمالا
٣٥° ف (١,٧° م)	١٦ر٠	١٧ر٠	١٩ر٠	٢١ر٠
٤٠° ف (٤,٤° م)	١٣ر٠	١٤ر٠	١٦ر٠	١٧ر٠
٤٥° ف (٧,٢° م)	١٠ر٠	١١ر٠	١٢ر٠	١٣ر٠

وعلى هذا يمكن القول أنه بالنسبة لمكان يقع على خط عرض ٣٦° شمال خط الاستواء ويبلغ متوسط درجة حرارته فى فصل الشتاء ٤٥° فهرنهايت أو ٧,٢ مئوية فإن الغرفة بالمبنى تحتاج لمجمع شمسى (شباك زجاجى) مسطحه يساوى ١٠ر٠ قدم² أو ٠٠٩ر٠ م² × مسطح الغرفة ، ليصبح متوسط درجة حرارة الغرفة ٢٠° م ، وذلك فى حالة استخدام الطريقة المباشرة .

أما فى الطريقة غير المباشرة فهو يحتاج لشباك زجاجى مسطحه يساوى ٢٥ , . قدم² أو ٢ . , . م² × مسطح الغرفة . وبالنسبة للحائط المائى فيضرب المعامل ١٧ , . × مسطح الغرفة بالقدم . وتجدر الإشارة إلى أن الأرقام والمعاملات السابقة خاصة فقط بمكان يقع على خط عرض ٣٦ شمالا وتختلف باختلاف خط العرض .

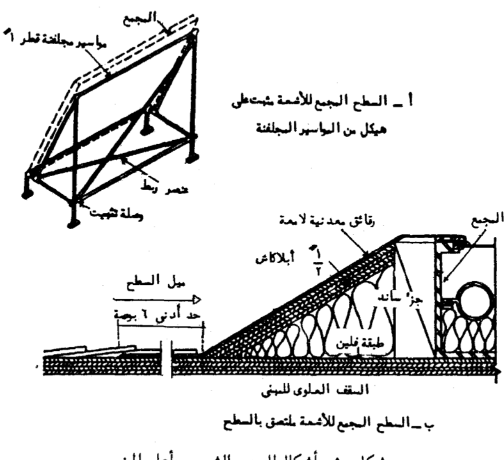


شكل ٤٩ : أشكال الفتحات العلوية المُستقبِلة لأشعة الشمس

وبالإضافة إلى الشبابيك الزجاجية العادية بالواجهات فإنه يمكن استقبال أشعة الشمس المباشرة باللجوء إلى الشبابيك العلوية Clearstories وفتحات السقف Skylights ، ذلك لعدة أسباب أهمها (شكل ٤٩) :

- الخصوصية Privacy .
- التظليل على الوجهات الجنوبية .
- أن تكون الواجهات غير جنوبية .
- لتجنب سقوط أشعة الشمس المباشرة على الأشخاص والأثاث .

أما بالنسبة للمجمع المنفصل فيوضع حيث يستقبل أكبر كمية ممكنة من أشعة الشمس . وأنسب مكان لذلك هو سطح المبنى ، وإذا تعذر ذلك فيمكن وضع المجمع على الأرض بالقرب من المبنى (شكل ٥٠) .



أ ـ السطح المجمع للأشعة مثبت على هيكل من المواسير المجلفنة

ب ـ السطح المجمع للأشعة ملتصق بالسطح

شكل ٥٠ : أشكال للمجمع الشمسى بأعلى المبنى

- *التخزين الحرارى Thermal storage* :

تقوم المخزنات الحرارية أو كتل التخزين الحرارى بامتصاص وحفظ الطاقة الشمسية لحين الحاجة لاستعمالها ، كذلك بتقليل المدى الحرارى اليومى للفراغ الداخلى . لذلك يجب اختيار موضعها بعناية لضمان أقصى تعرض لأشعة الشمس سواءً المباشرة أو غير المباشرة . ومادة هذه المخزنات إما الخرسانة أو الطوب أو الرمل أو الحجر ، وكذلك الماء والسوائل الأخرى . كما يمكن استخدام مواد أخرى من التى يتغير شكلها طبقاً للظروف المحيطة مثل زيت البارافين وبعض الأملاح .

وأكثر المواد المستخدمة شيوعاً فى كتل التخزين الحرارى هى مبانى الطوب والحجر وكذلك الماء . وعند استخدام المبانى كمخزنات حرارية يجب اتباع الآتى :

١ - يكون سمك الحوائط والأسقف الداخلية ١٠ سم على الأقل .

٢ - توزيع أشعة الشمس المباشرة على سطح المبانى سواء باستخدام الزجاج المنفذ للضوء أو بتقسيم مسطح المجمع الشمسى إلى شبابيك صغيرة لإسقاط بقع من الأشعة ، أو بعكس الأشعة المباشرة على حائط داخلى فاتح اللون .

٣ - بالنسبة لاختيار مواد النهو وألوان الأسطح الداخلية يراعى الآتى :

أ - أن تكون الأرضيات ذات لون غامق .

ب - يمكن للحوائط أن تأخذ أى لون .

جـ - استخدام منشأ خفيف ذى كتلة حرارية صغيرة بلون فاتح لعكس أشعة الشمس المباشرة على سطح كتلة التخزين .

د - تلافى ضوء الشمس المباشر على أسطح المبانى ذات اللون الغامق لفترة زمنية طويلة .

هـ - عدم استخدام الموكيت فوق الأرضية البلاط .

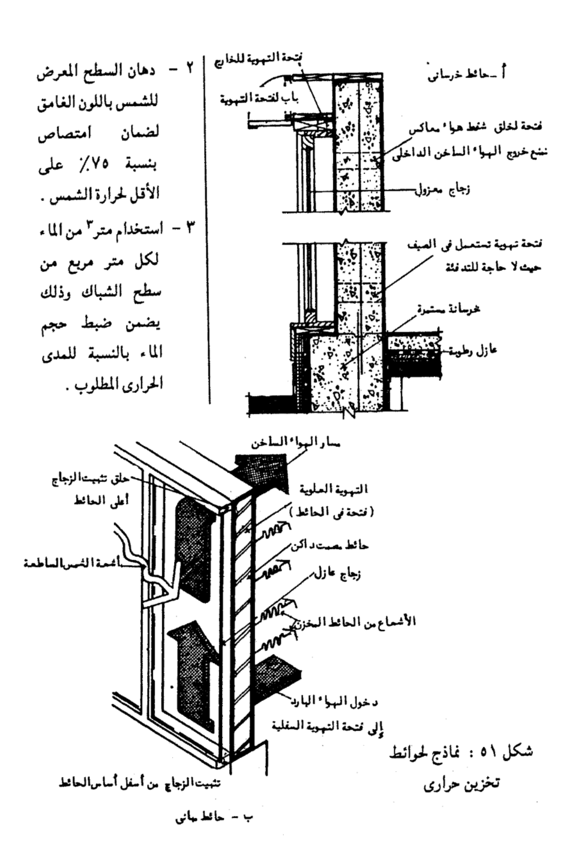
ويوضح شكل (٥١) نماذج لمثل هذه الحوائط .

أما فى حالة استخدام الماء للتخزين الحرارى فيجب اتباع الآتى :

١ - يوجه الحائط المائى بحيث يستقبل أشعة الشمس المباشرة من العاشرة صباحاً حتى الثانية بعد الظهر .

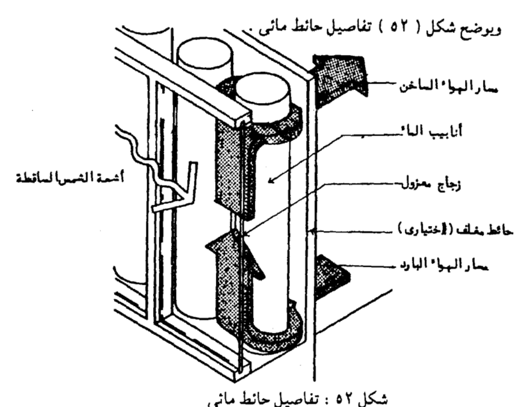
٢ - دهان السطح المعرض للشمس باللون الغامق لضمان امتصاص بنسبة ٧٥٪ على الأقل لحرارة الشمس .

٣ - استخدام متر٣ من الماء لكل متر مربع من سطح الشباك وذلك يضمن ضبط حجم الماء بالنسبة للمدى الحرارى المطلوب .



شكل ٥١ : نماذج لحوائط تخزين حرارى

ويوضح شكل (٥٢) تفاصيل حائط مائى .



شكل ٥٢ : تفاصيل حائط مائى

فتحات التهوية موجودة بالحائط المغلف

- *التوزيع الحرارى Heat Distribution* :

ويتم بالوسائل الطبيعية بالتوصيل والانتقال والإشعاع وغالباً لا تستخدم المراوح أو الوسائل الميكانيكية ، وإن كانت مطلوبة فى بعض الأحيان .

- *التحكم Control* :

تساعد بعض الوسائل البسيطة مثل المراوح ونواشر الرطوبة Dampers ، والعوازل المتحركة وطرق التظليل فى تحقيق توزيع متوازن للحرارة .

ومما سبق يمكن استنتاج أن وسائل استخدام أشعة الشمس تتكامل مع التصميم المعمارى للمبنى إذ يجب تحديد نوعية الوسيلة منذ مراحل التصميم الأولى . ويتطلب هذا قدرة متميزة فى استخدام العناصر المعمارية المكونة لكل فراغ مثل الحوائط والنوافذ والأسقف والأرضيات ، وحتى ألوان الأسطح الداخلية لخدمة التصميم الحرارى للمبنى

* * *

الفصل الخامس : الرياح

- الرياح والعوامل المؤثرة عليها :

  * الرياح ومصدرها
  * الرياح فى مصر
  * العوامل المحلية المؤثرة على حركة الرياح

- التحكم فى الرياح :

  * تصميم الموقع وتأثيره فى حركة الهواء
  * التهوية وتأثيرها على تصميم الفتحات
  * أساليب أخرى لجلب الهواء
  * كيفية تحديد شكل وسرعة انسياب الهواء داخل المبانى

- تلوث الهواء :

  * مصادر التلوث
  * مقاومة التلوث وتنقية الهواء

الفصل الخامس

الرياح

الرياح والعوامل المؤثرة عليها :

الرياح ومصدرها :

« تعرف الرياح بأنها الهواء المتحرك » .

وتنشأ دورة الرياح بما تسببه الشمس من اختلاف فى تسخين الماء واليابس . ذلك لأن الشمس عندما ترسل أشعتها إلى سطح الأرض ترتفع حرارة اليابس وتصل إلى درجات أكبر بكثير من درجات حرارة الأسطح المائية ، وبذلك يصير الهواء الذى يعلو اليابس أسخن بكثير من هواء البحر . والمعروف أن الهواء عندما يسخن يتمدد وبالتالى تقل كثافته عن الهواء البارد نسبياً الذى يعلو مسطح المياه ، وبهذا توجد فروق فى توزيع الضغط الجوى ، الذى يتناسب طردياً مع الكثافة ، وتحت تأثير فروق الضغط هذه يندفع الهواء ويتحرك فى صورة رياح .

ويتحدد نوع الرياح باتجاهها وسرعتها وشدتها .

اتجاه الرياح :

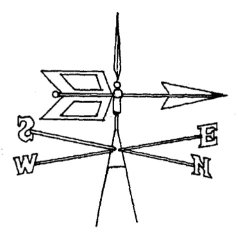
يعرف اتجاه الريح بأنه الاتجاه الجغرافى الذى تهب منه الرياح ، فيطلق عليها رياح شمالية إذا كانت تهب من جهة الشمال وهكذا . ويقاس الاتجاه بالدرجات عن الشمال الجغرافى فتكون الرياح الشمالية الشرقية مثلاً تناظر ٤٥° .

واتجاه الرياح السائدة Prevailing Wind هو الاتجاه الأكثر شيوعاً فى مكان ما . وتجدر الإشارة إلى أن هبوب الرياح السائدة لا يكون متواصلاً إذ يحدث تغيير

فى الاتجاه لفترات متغيرة من الوقت ترجع إلى العوامل المناخية والجغرافية الأخرى . ويحدد اتجاه الرياح بالنسبة لكل منطقة خواص هذه الرياح سواء كانت سيئة أو حسنة ، وذلك تبعاً للمناطق التى تمر فوقها قبل وصولها إلى تلك المنطقة .

ولتحديد اتجاه الريح توجد عدة طرق أبسطها الملاحظة بالعين المجردة لدخان المصانع مثلاً أو أطراف الأشجار أو ذر التراب فى الهواء .. إلخ . على أن جهاز الرصد المستخدم فى هذا الغرض يسمى دوارة الرياح (شكل ٥٣) . حيث يثبت على شاخص أعلى محطة الرصد أو المبنى ، وعندما تهب الرياح يأخذ السهم إتجاهاً خاصًّا مشيراً بذلك إلى الاتجاه الذى تأتى منه الرياح .

ويلاحظ أن تكون " الدوارة " معرضة كلية للرياح وفى مكان خال من تأثير العوائق مثل الأشجار العالية والمبانى ، التى قد يترتب على وجودها تيارات معاكسة مما يعطى مؤشراً خاطئاً لاتجاه الريح .



شكل ٥٣ : دوارة الرياح

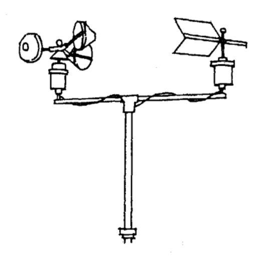
سرعة الرياح :

تُشبه حركة الهواء بحركة سريان الماء من مستوى إلى آخر ، فكلما زاد الفرق بين المستويين زادت سرعة اندفاع الماء . وبالمثل الرياح ، فكلما زاد الفرق فى الضغط انطلق الهواء بسرعة أكبر .

وتقاس سرعة الرياح بالميل/ساعة أو كيلومتر/ساعة . وهناك أنماط مختلفة من الأجهزة لقياس سرعة الرياح ، والنوع البسيط منها هو مقياس الرياح ذو الأكواب (شكل ٥٤) ويتألف من ثلاث أو أربع ريشات إما نصف كروية أو مخروطية الشكل ، وبحجم فنجان الشاى تقريباً ومثبتة على أذرع تدور حول محور رأسى . ويمكن وصل هذا الجهاز بجهاز آخر للعد يمكن بوساطته معرفة عدد الدورات فى فترة زمنية محددة ، ثم إستخراج سرعة الريح بالرجوع إلى جداول خاصة ملحقة بالجهاز .

وفى الأجهزة الحديثة يتصل مقياس الريح كهربائياً بمقياس مدرج داخل محطة الرصد ، يعطى مؤشره سرعة الرياح ، ويمكن ضبط الجهاز بحيث يعطى تسجيلات متواصلة عن السرعة والاتجاه مرسومة على شريط . وعادة يكون الجهاز مزوداً بسهم يدل على إتجاه الهبوب .

والقياس الفعلى لسرعة الرياح هو متوسط مجموعة سرعاتها لفترة طويلة من الزمن ، حيث إن الرياح دائمة التقلب وسرعتها فى حالة تغير مستمر .



شكل ٥٤ : مقياس الرياح ذو الأكواب

شدة الرياح :

تزداد شدة الرياح أى القوة التى تدفع بها الأجسام بازدياد سرعتها . وتُقيم شدة الرياح على أساس مقياس " بوفور Beaufort " ، الذى صممه بحار بريطانى فى القرن التاسع عشر . ويعتمد المقياس على مراقبة تأثير الرياح على الأشياء العادية ، وبه تتدرج شدة الرياح من صفر إلى ١٢ حيث يُعبر كل مستوى للشدة من سرعة مناظرة للرياح ، وعلى هذا يمكن الاستعانة بمقياس بوفور لتقدير سرعة الرياح بطريقة تقريبية دون اللجوء إلى الأجهزة . وقد استخدم هذا المقياس أول ما استخدم فى أعمال الملاحة البحرية ثم عمّ استخدامه على الأرض فى مجال الأرصاد الجوية .

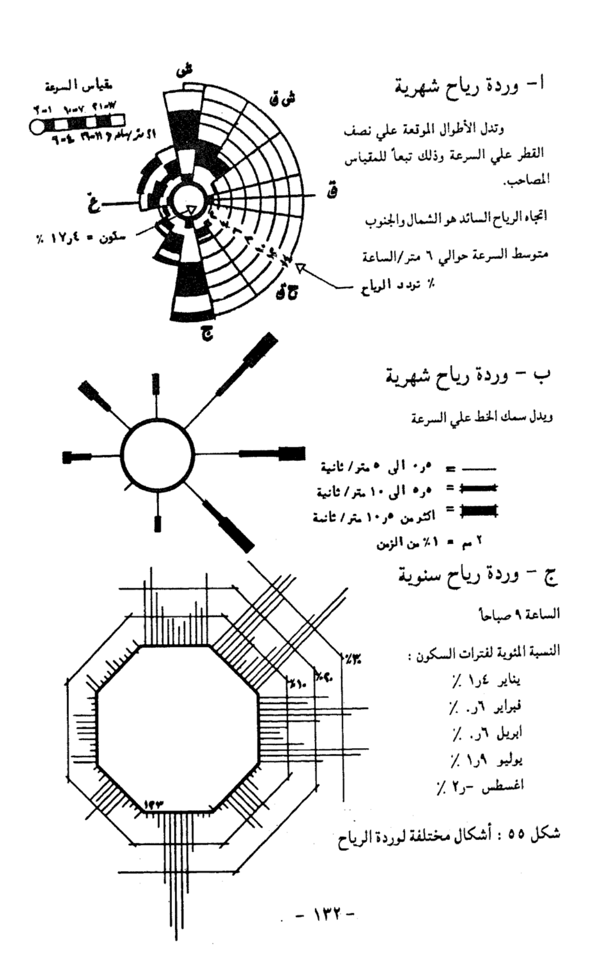
والجدول ص ١٣١ يمثل صورة مبسطة لمقياس بوفور .

ولرسم صورة واضحة للرياح المؤثرة فى أى منطقة يحتاج المصمم للبيانات الآتية ، وذلك لإمكان تحديد كيفية الحماية من النوع غير المرغوب فيه واستغلاله كطاقة إيجابية ، أو استغلال الرياح اللطيفة فى التهوية الصحيحة للمبانى :

- الاتجاهات السائدة للريح .
- الهيكل الموسمى أو اليومى لسرعة الرياح .
- فترات السكون .
- الأعاصير وأنواع العواصف والرياح الخاصة الموسمية ، ويتم تسجيلها على مدى فترة طويلة من ٢٥ إلى ٥٠ سنة لمعرفة ترددها وخصائصها بأقصى دقة ممكنة .

وأبسط طريقة لتمثيل الرياح بيانياً هى وردة الرياح . وهناك أنواع مختلفة منها يمثلها (شكل ٥٥) .

متر/ثانية	السرعة		الأثر الذى تحدثه الرياح	التسمية أو نوع الرياح	قوة الرياح بمقياس بوفور
	كم/ساعة	ميل/ساعة			
حتى ٠.٥	صفر	صفر	يصعد دخان المداهن رأسياً وتنطوى الأعلام .	ساكنة	صفر
١.٧	١.٦ - ٤.٨	١ - ٣	ينحرف الدخان قليلاً بحيث يتعين بحركته اتجاه الرياح .	هادئة	١
٣.٣	٦.٤-١١.٢	٤ - ٧	يشعر الإنسان بحركة الرياح على وجهه ، وتخشخش أوراق الشجر .	نسيم خفيف	٢
٥.٢	١٢.٨-١٩.٢	٨ - ١٢	تتحرك أوراق الأشجار باستمرار وتنشر الرياح الأعلام الصغيرة .	نسيم منعش	٣
٧.٤	٢٠.٨-٢٨.٨	١٣ - ١٨	تتمايل الأغصان الصغيرة ، وتبدأ اثارة الأتربة والرمال .	نسيم معتدل	٤
٩.٨	٣٠.٤-٣٨.٤	١٩ - ٢٤	تهتز الشجيرات .	نسيم قوى	٥
١٢.٤	٤٠.ر-٤٩.٦	٢٥ - ٣١	تهتز فروع الشجر الكبيرة ، ويسمع صفير الأسلاك ، أو يصعب مسك المظلات .	ريح شديدة	٦
١٥.٢	٥١.٢-٦٠.٨	٣٢ - ٣٨	تهتز الأشجار بأكملها ، ويصعب السير ضد الرياح .	عاصفة معتدلة	٧
١٨.٢	٦٢.٤-٧٣.٦	٣٩ - ٤٦	تكسر الأغصان ، ويكاد المشى يتعذر عموماً .	عاصفة	٨
٢١.٥	٧٥.٢-٨٦.٤	٤٧ - ٥٤	تكسير للأغصان الكبيرة ، تلف بسيط للمبانى .	عاصفة شديدة	٩
٢٥.١	٨٨.ر-١٠٠.٨	٥٥ - ٦٣	يقتلع الشجر من جذوره وتهشم النوافذ .	عاصفة هوجاء	١٠
٢٩.ر	١٠٢.٤-١٢٠.	٦٤ - ٧٥	تقتلع غابات بأكملها ، ويمكن أن تحمل الرياح الأشخاص والحيوانات والسيارات .	زوبعة	١١
أكثر من ٢٩.٠	أكثر من ١٢٠.	أكثر من ٧٥	مثل السابق وتصل إلى تدمير عام للمبانى .	إعصار	١٢



شكل ٥٥ : أشكال مختلفة لوردة الرياح

الرياح فى مصر (شكل ٥٦) :

فى منطقة الساحل الشمالى تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية حيث تبلغ نسبتها ٤٦٪ من الرياح التى تهب طوال العام . وهى غالباً شمالية غربية فى الشتاء وأقرب إلى الشمالية فى الربيع والخريف .

وفى جنوب الدلتا فإن الرياح الشمالية لها أيضاً السيادة حيث تبلغ نسبتها حوالى ٨ , ٣١٪ وفى فصل الخريف والشتاء تزداد نسبة الرياح الشمالية الشرقية .

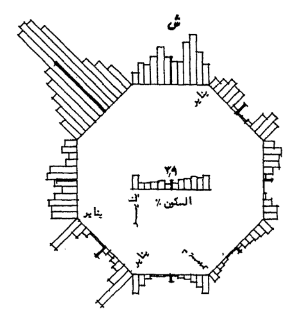
وفى مصر الوسطى والصعيد تتساوى نسبة هدوء الرياح مع الرياح الشمالية التى تسود أيضاً فى هذا الأقليم ، وذلك بسبب بعده عن الانخفاضات الجوية الشتوية .

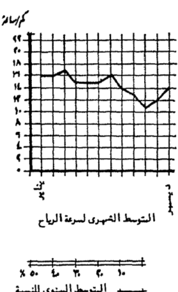
أما رياح الخماسين فتهب على جمهورية مصر فى فصل الربيع من جهة الجنوب والجنوب الغربى . وهى رياح شديدة ساخنة ومحملة بالأتربة ، وتهب على فترات كل فترة تدوم من يوم إلى ثلاثة أيام على الأكثر وذلك خلال خمسين يوماً من أواخر شهر مارس إلى أوائل شهر مايو .

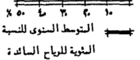
وتنحصر سرعة الرياح فى كافة أنحاء مصر فى الحالات العادية ، بين السرعات المتوسطة فتبلغ أدناها حوالى ٧ كم / ساعة فى المتوسط (نسيم خفيف) ، وأقصاها ٢٠ كم/ ساعة (معتدلة) أما فى حالة الرياح الشديدة فتصل فيها السرعة إلى ٥٠ كم/ ساعة (رياح شديدة) .

العوامل المحلية المؤثرة على حركة الرياح :

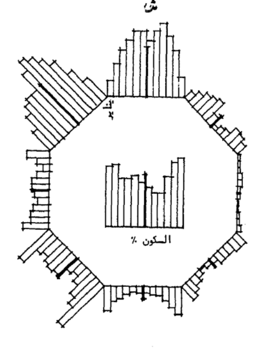
هناك ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر بصفة عامة على حركة الرياح وهى فرق الضغط الجوى ، وخشونة سطح الأرض (الاحتكاك) ، والنتوءات الموجودة به . ويعنى ذلك أن طبيعة الإقليم المحلية مثل التضاريس وتجمعات الأشجار والغابات وشكل وكتلة التجمعات الحضرية لها أيضاً تأثير مباشر على تغيير الشكل الأصلى لحركة الرياح (شكل ٥٧) .

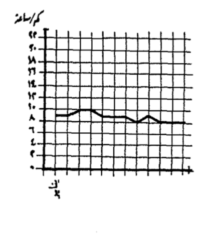




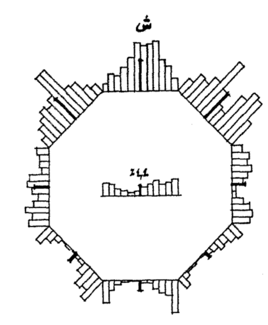


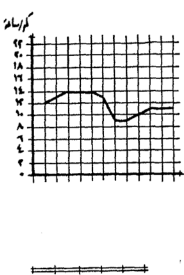
شكل ٥٦ (أ) : وردة الرياح لمدينة الإسكندرية

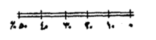




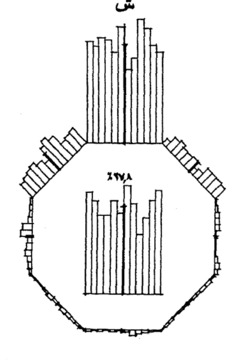
شكل ٥٦ (ب) : وردة الرياح لمدينة العريش

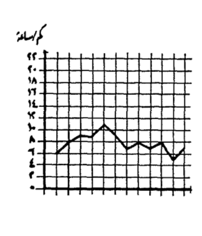




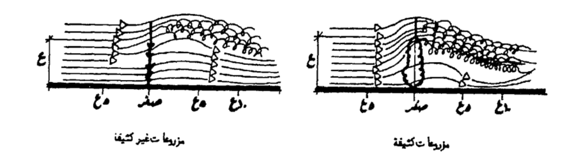


شكل ٥٦ (جـ) : وردة الرياح لمدينة القاهرة





شكل ٥٦ (د) : وردة الرياح لمدينة أسوان



اتجاه الريح

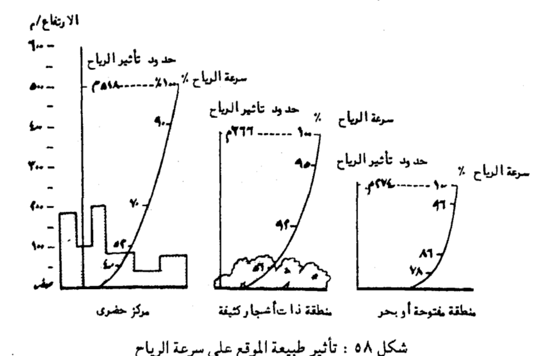
أشجار متراصة غير كثيفة　　منطقة خلخلة وسط الأشجار

شكل ٥٧ : تأثير الأشجار على حركة الرياح

فإذا هبت الرياح على السطح العريض لسلسلة من الجبال ، فإنها تتبع حدود التضاريس فتعلو فى المنحدرات المواجهة للريح وتهبط فى المنطقة المحجوبة عن الرياح . وعلى هذا يمكن القول أن تلك الجبال تعرقل من سرعة الرياح وقد تغير الاتجاه حتى ١٨٠° . أما إذا كانت المنطقة منبسطة ومفتوحة فإن حركة الهواء الأصلية لا تكاد تتأثر بل تبقى إتجاهات هبوب الرياح وسرعتها كما هى بدون تبديل ، ويزداد تأثير الأرض على الرياح بازدياد خشونتها وعدم انتظام سطحها ، وذلك بسبب ازدياد سمك طبقة الهواء الملامسة للأرض التى تحدث بها التغيرات فى السرعة والاتجاه .

وتؤدى الغابات الكثيفة مثل تلك التى تنمو فى المناطق الحارة الرطبة إلى تخفيض شدة الرياح بشكل ملحوظ ، فبعد ٣٠ متراً من تخللها لمنطقة أشجار كثيفة تنخفض الشدة إلى ٦٠ - ٨٠٪ من قيمتها الأصلية ، وتصبح ٥٠٪ بعد ٦٠ متراً أما بعد ١٢٠ متراً فهى تنخفض لتصل إلى ٧٪ فقط من قيمتها الأصلية .

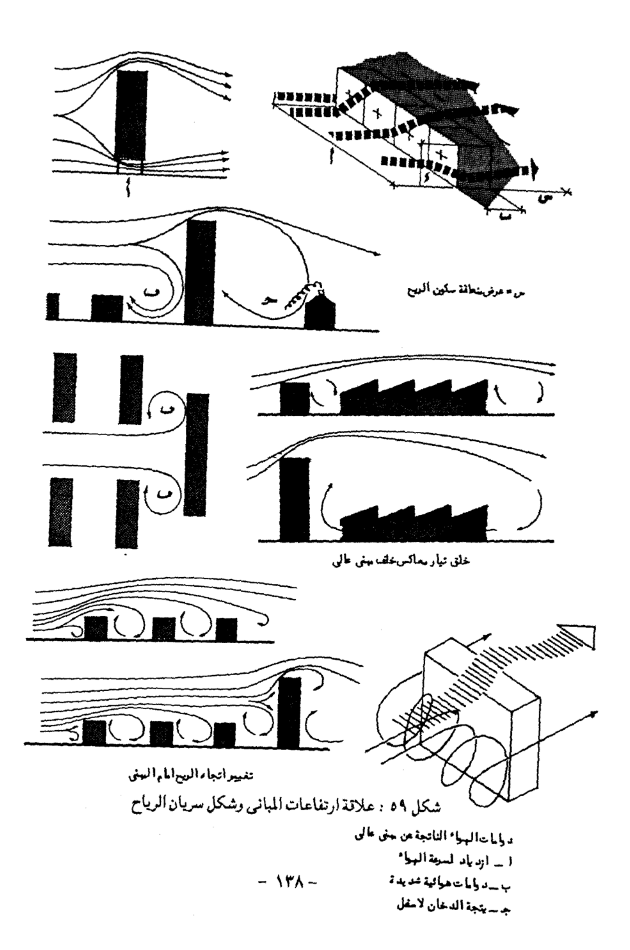
وبالنسبة لاتجاه الرياح فى المستوى الرأسى أى عند تعرضها لصف أشجار كثيفة وعالية ، فإن الاتجاه يبدأ فى التغيير قبل مسافة تعادل خمسة أضعاف ارتفاع صف الأشجار ولا يعود إلا بعد مسافة مساوية لعشرة أضعافه . أما فى حالة وجود مجموعات من الأشجار ذات سيقان طويلة غير متلاصقة مثل النخيل فإن التغيير يكون فى السرعة دون الاتجاه ، أما إذا حدثت خلخلة وسط تلك المجموعة ، أى بقعة خالية من الأشجار فإن ذلك يؤدى إلى تغيير فى شكل حركة الرياح (شكل ٥٨) .



شكل ٥٨ : تأثير طبيعة الموقع على سرعة الرياح

وبالنسبة للتجمعات الحضرية أو الكتلة العمرانية بالمدن أو القرى فإن التجارب أثبتت أن سرعة الهواء على مستوى الشارع تعادل $\frac{١}{٣}$ سرعته فى منطقة مفتوحة .

ومن المعروف أنه عند إصطدام الرياح بحاجز عالٍ أو مبنى تتكون منطقة ضغط مرتفع (+) فى مواجهة الرياح ومنطقة ضغط منخفض أو خلخلة (-) خلف المبنى تكون الريح فيها ساكنة . كما أن شدة الرياح تزداد حول قمم المبانى العالية ، ويرجع السبب فى ذلك إلى عامل الاحتكاك قرب سطح الأرض الذى يبطىء من حركة انسياب



شكل ٥٩ : علاقة ارتفاعات المبانى وشكل سريان الرياح

دوامات الهواء الناتجة عن مبنى عالي

ا ــ ازدياد لسرعة الهواء

ب ــ دوامات هوائية شديدة

جـ ــ بتجة الدخان لاسفل

الهواء . ويؤدى الضغط المنخفض خلف المبنى العالى الى تيار هواء معاكس يعمل على تهوية المبانى المنخفضة الموجودة به .

وهذا التيار تزداد شدته بازدياد ارتفاع المبنى المواجه للريح (شكل ٥٩) .

التحكم فى الرياح Wind Control :

تصميم الموقع وتأثيره فى حركة الهواء :

لدراسة حركة الهواء بموقع ما أهمية كبرى إذ تؤثر فى تحديد الخواص المناخية بالنسبة للتجمع السكنى ككل ، وكذلك بالنسبة للوحدة السكنية .

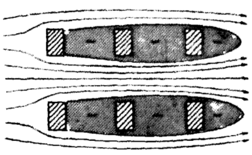
ومما يؤثر فى حركة الهواء بموقع ما علاقة كتل المبانى ببعضها البعض ، كذلك وضع النباتات والأشجار بالنسبة لتلك الكتل .

فمثلا بالنسبة للمبانى الموضوعة بطريقة منتظمة (شكل ٦٠ أ) ، تكون مناطق السكون خلف المبانى معرضة للالتحام وبالتالى منع حركة الهواء بالنسبة لصفوف المبانى الخلفية إذا لم تترك بينها مسافة تساوى ارتفاع المبنى ٦ مرات على الأقل ، وفى هذه الحالة تنتج سرعة هواء شديدة ملامسة لكتل المبانى يمكن أن تستغل جيداً للتهوية وذلك بدراسة الفتحات فى المبنى .

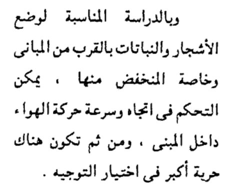
ويؤثر شكل المبنى وكتلته ووضعه بالنسبة لاتجاه الريح فى شكل انسياب الهواء من حوله (شكل ٦٠ ب) .

وتحقق المبانى المرصوصة بطريقة تبادلية Staggered انتظاماً أكبر فى حركة الهواء وتقلل من مناطق السكون (شكل ٦٠ جـ) .

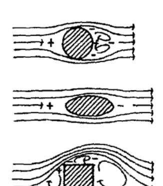
أما المبانى المرصوصة بطريقة مائلة فهى تحقق نفس النتيجة السابقة .

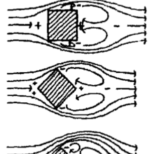


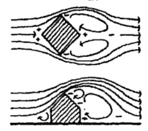
ا ـ مبانى متراصة بطريقة منتظمة

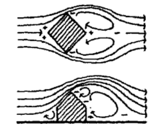


وبالدراسة المناسبة لوضع الأشجار والنباتات بالقرب من المبانى وخاصة المنخفض منها ، يمكن التحكم فى اتجاه وسرعة حركة الهواء داخل المبنى ، ومن ثم تكون هناك حرية أكبر فى اختيار التوجيه .



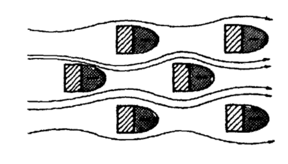






ب ـ علاقة شكل المبنى وتوجيهه بسريان الهواء

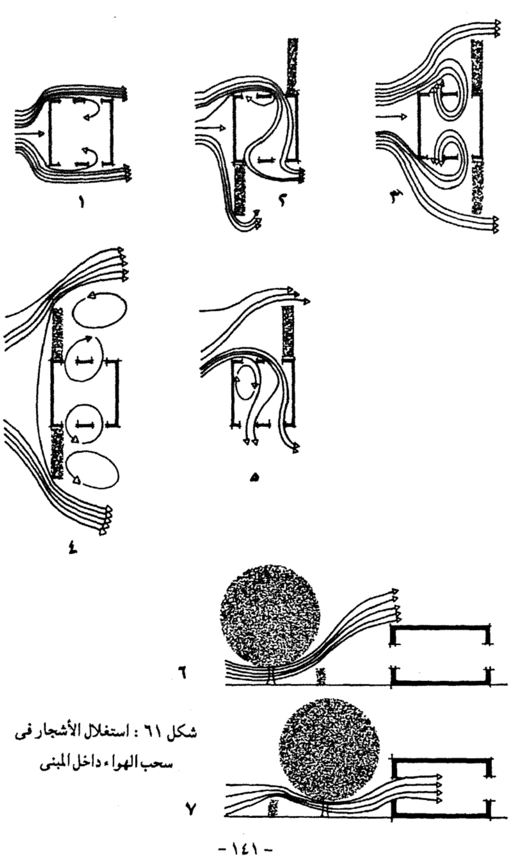
- منطقة ضغط سالب   + منطقة ضغط موجب



جـ ـ مبانى موضوعة بطريقة تبادلية

شكل ٦٠ : تأثير شكل ووضع المبانى على حركة الرياح المحيطة

ويوضح شكل (٦١) إمكان استغلال الأشجار والشجيرات فى أوضاع مختلفة لسحب الهواء الخارجى إلى داخل المبنى بأشكال تتنوع باختلاف وضع وحجم المزروعات .



شكل ٦١ : استغلال الأشجار فى سحب الهواء داخل المبنى

التهوية وتأثيرها على تصميم الفتحات :

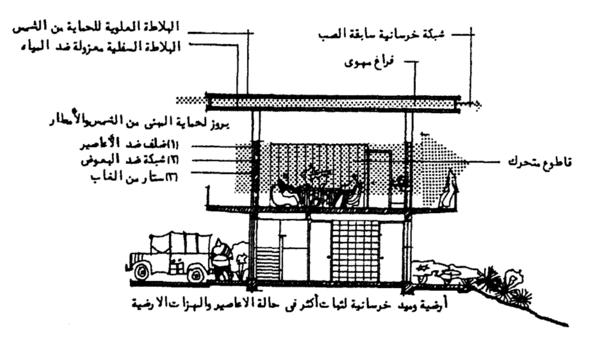
للتهوية داخل المبانى أربع وظائف أساسية :

١ - إحلال الهواء النقى محل الهواء الفاسد ، أى تزويد المبنى بكمية الأكسجين اللازمة للتنفس لمنع تزايد نسبة ثانى أكسيد الكربون ، كذلك التخلص من الروائح والأبخرة الكريهة والضارة . ويختلف معدل تجديد هواء الفراغ الذى يشغله الإنسان باختلاف وظيفته ، ففى غرفة المعيشة مثلاً يحتاج الهواء إلى تجديد من ١ إلى ١,٥ مرة فى الساعة بينما فى المطبخ حيث الروائح وارتفاع نسبة ثانى أكسيد الكربون يزداد هذا المعدل إلى ٤ أو ٥ مرات فى الساعة .

٢ - تبريد جسم الإنسان عند الحاجة بالتحكم فى سرعة الهواء وحركته . وذلك لأنه بازدياد سرعة الهواء يرتفع معدل انتقال الحرارة من الجسم إلى البيئة المحيطة ، كذلك تزيد سعة البخر للهواء ، أى كمية بخار الماء أو الرطوبة التى يستوعبها الهواء ، ومن ثم يزيد التأثير التبريدى الذى يحدثه بخر العرق على الجلد .

٣ - تبريد المنشأ ، إذ يختلط الهواء الخارجى الداخل عن طريق الفتحات بالهواء الداخلى فتنتقل الحرارة بينهما طبقاً للفرق بين درجتى حرارتيهما . وقد أثبتت التجارب أن التبريد الذى تحدثه التهوية داخل المبانى يزداد تأثيره بانخفاض سمك الحوائط الخارجية وقتامة لونها ، ويقل بازدياد سمك الحائط ومقاومته للنفاذ الحرارى ، ذلك لأن درجة حرارة الهواء فى هذه الحالة يزداد اعتمادها على درجة حرارة الأسطح الداخلية .

٤ - التخلص من الرطوبة الزائدة داخل المبنى وذلك فى المناطق الحارة الرطبة (شكل ٦٢) بتزويد سرعة الهواء واستمرار التهوية التى تحمل الرطوبة إلى خارج المبنى .



. شكل ٦٢ : منزل فى المناطق الحارة
الرطبة طبقاً للمواصفات الأمريكية

تؤدى المعيشة والنوم فى الدور الثانى
إلى الاستمتاع أكثر بالنسيم
حيث تكون الرطوبة أقل والمنظر أفضل
الخدمات والجراج بالدور الاسفل

ويشمل تقييم التهوية لمبنى من المبانى عنصرين أساسيين :

أولا : أن تفى التهوية بالمعدلات اللازمة لتحقيق وظيفتها الصحية .

ثانيا : أن تحقق الراحة داخل الفراغ لشاغليه بتحقيق سرعات مناسبة للهواء بداخله .

وليس من الصعب تحقيق العنصر الأول ، أما العنصر الثانى فهو متغير إذ يحتاج علاوة على توفير المعدلات الصحية إلى التحكم فى سرعة الهواء عند مستوى النشاط الذى يُمارس بحيث تتناسب معه . فعلى سبيل المثال يكون معيار تقييم التهوية فى غرفة معيشة هو سرعة الهواء عند مستوى الإنسان الجالس ، أى على ارتفاع متر تقريباً من الأرض ، بينما فى مكان عمل مثل الورش ، المعامل ، المخازن .. إلخ يتراوح ارتفاع المستوى الذى تُقيّم فيه سرعة الهواء بين ١,٢٠ و

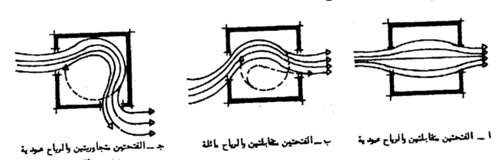
التهوية وتأثيرها على تصميم الفتحات :

ينساب الهواء من مناطق الضغط المرتفع (+) إلى مناطق الضغط المنخفض (-) مكوناً مناطق مختلفة فى الضغط حول المبنى ، كذلك يختلف الضغط بين خارج المبنى وداخله . ويمكن التحكم فى مناطق الضغط عن طريق دراسة فتحات المبنى من ناحية الوضع والمساحة .

وضع الفتحات :

أثبتت الدراسات التى أجريت لمعرفة أحسن وضع للفتحات بالنسبة لاتجاه الرياح لتحقيق التهوية المثلى ما يلى :

- عند وجود فتحتين فى حائطين متقابلين فى غرفة ، وإحدى هاتين الفتحتين عمودية على اتجاه الريح فإن الهواء يتدفق مباشرة من هذه الفتحة إلى الفتحة المقابلة مكوناً تياراً هوائياً مسبباً نوعاً من الإزعاج، بينما يجوب جزء صغير فقط من هذا التيار أرجاء الغرفة مسبباً تحريكاً بسيطاً للهواء ، ويؤدى هذا الاختلاف إلى عدم تجانس التهوية فى فراغ الغرفة (شكل ٦٣ أ) .
- عندما تكون الفتحتان فى نفس الوضع السابق أى متقابلتين ، ولكن الرياح تكون مائلة على فتحة المدخل فإن معظم حجم الهواء يمر ويتحرك خلال فراغ الغرفة ويزيد بذلك تدفق الهواء فى الجوانب والأركان محققاً بذلك تهوية أكثر تجانساً (شكل ٦٣ ب) .
- يمكن الحصول على تهوية جيدة أيضاً بوضع الفتحتين فى حائطين متجاورين مع تعامد اتجاه الرياح على فتحة الدخول (شكل ٦٣ جـ) .

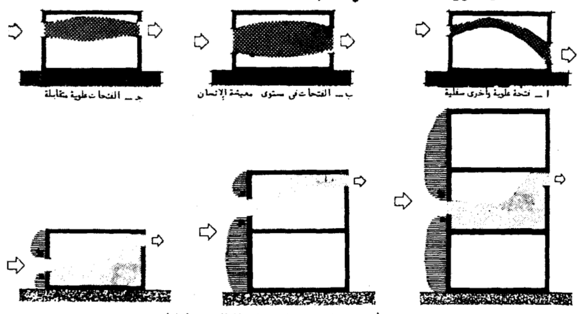


شكل ٦٣ : التهوية ووضع الفتحات فى المسقط الأفقى

- يؤدى ارتفاع منسوب فتحتى دخول الهواء وخروجه إلى ركود فى حركة الهواء على مستوى جسم الإنسان الموجود فى الغرفة (شكل ٦٤ أ) .

كما يؤدى وضعهما على منسوب منخفض إلى الحصول على حركة الهواء على المستوى المطلوب (شكل ٦٤ ب) .

- وتكون التهوية سيئة عند وضع فتحتى دخول وخروج الهواء إحداهما عالية والأخرى منخفضة (شكل ٦٤ جـ) .

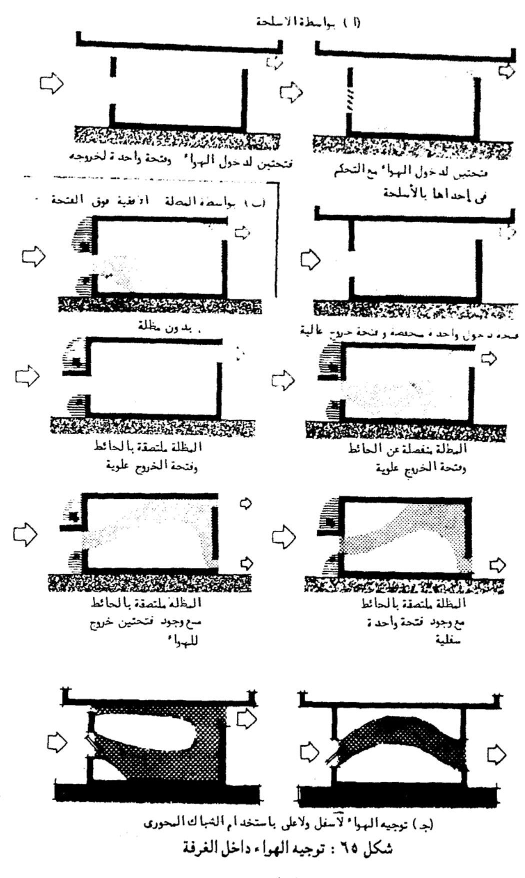


شكل ٦٤ : تأثير منسوب الفتحات على التهوية الداخلية

- يمكن توجيه الهواء إلى أعلى أو أسفل بواسطة الأسلحة Louvers (شكل ٦٥ أ).

- توجيه المظلات الأفقية الموجودة على فتحة دخول الهواء إلى أعلى ، ويمكن تصحيح مسار الهواء إما بفصل المظلة عن الواجهة أو بوضع فتحات الخروج فى أماكن مناسبة (شكل ٦٥ ب) .

وعموماً فإنه فيما عدا الشبابيك المفصلية العادية والشبابيك المنزلقة فإنه يمكن التحكم فى تحديد اتجاه مسار الهواء الداخل إلى المبنى عن طريق التحكم فى اتجاه فتح الشباك باستخدام الشبابيك المحورية سواء التى تتحرك على محور أفقى أو على محور رأسى ، وتوجه الهواء بتغيير طريقه واتجاه فتح الضلفة (شكل ٦٥ جـ) .



شكل ٦٥ : توجيه الهواء داخل الغرفة

كما تساعد المشربيات والكوليسترا والستائر وما شابه ذلك على تشتيت تيار الهواء الداخل ونشره بصورة أكثر تجانساً .

مسطح الفتحات :

عند استعمال حركة الهواء بغرض الترطيب ، فإن التأثير المطلوب لا يأتى نتيجة معدل تغيير هواء الغرفة وإنما يكون نتيجة لسرعة الهواء . وقد أوضحت الدراسات التى تناولت سرعة الهواء والعوامل المؤثرة عليها الآتى :

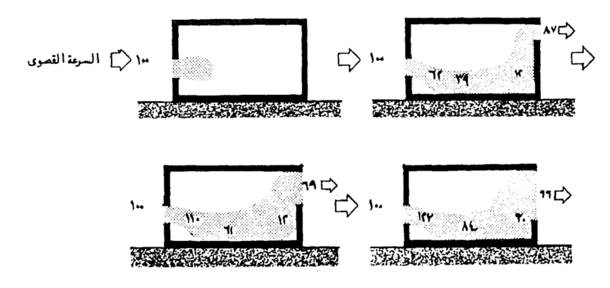
- لا يؤثر عرض الفتحات تأثيراً كبيراً على سرعة الهواء الداخلية إذا ما وضعت هذه الفتحات فى جانب واحد ، ويقل هذا التأثير إذا ما كان اتجاه الرياح عمودياً على اتجاه الفتحات ، أما إذا كانت الرياح مائلة فهذا يخلق مناطق ضغط مختلفة (سالبة وموجبة) على الفتحة نفسها مما يسمح بدخول الهواء وخروجه من نفس الفتحة ولو بنسب قليلة مما يساعد فى زيادة سرعة الهواء الدخلية .

- يزداد تأثير عرض الفتحات على سرعة الهواء عند وضع فتحتين متقابلتين واحدة لدخول الهواء والأخرى لخروجه . ويزيد متوسط السرعة إذا كانت الزيادة فى مسطح الفتحتين تحدث فى نفس الوقت (جدول رقم ٣) .

- إن الاختلاف فى عرض كُلّ من المدخل والمخرج لا يؤثر كثيراً على متوسط السرعة الداخلية للهواء ، بينما يؤثر ذلك على الحد الأقصى للسرعات ، فعندما يقل عرض المدخل عن المخرج فإن هذا يرفع كثيراً من الحد الأقصى لسرعة الهواء وتحدث هذه الزيادة الكبيرة بالقرب من فتحة المدخل مما يتسبب فى وجود تيار هوائى مزعج فى هذه المنطقة (شكل ٦٦ أ) . وعندما يزداد عرض المدخل عن المخرج فإن هذا يقلل كثيراً من الحد الأقصى لسرعة الهواء الداخلية ولكنه يسمح بتوزيع أفضل لسرعات الهواء فى الداخل (شكل ٦٦ ب) . ويمكن التحكم فى مسطح الفتحات عن طريق الأجزاء المتحركة فى الشبابيك التى تزيد أو تقلل من المسطح حسب الحاجة .

عرض المدخل	عرض المخرج	الفتحتان متقابلتان		الفتحتان متجاورتان	
		رياح عمودية	رياح مائلة	رياح عمودية	رياح مائلة
١ / ٣	١ / ٣	٣٥٪	٤٢٪	٤٥٪	٣٧٪
١ / ٣	٢ / ٣	٣٩٪	٤٠٪	٣٩٪	٤٠٪
٢ / ٣	١ / ٣	٣٤٪	٤٣٪	٥١٪	٣٦٪
٢ / ٣	٢ / ٣	٣٧٪	٥١٪		
١ / ٣	٣ / ٣	٤٤٪	٤٤٪	٥١٪	٤٥٪
٣ / ٣	١ / ٣	٣٢٪	٤١٪	٥٠٪	٣٧٪
٢ / ٣	٣ / ٣	٣٥٪	٥٩٪		
٣ / ٣	٢ / ٣	٣٦٪	٦٢٪		
٣ / ٣	٣ / ٣	٤٧٪	٦٥٪		

جدول رقم (٣) : أثر توجيه الفتحات على متوسط السرعة الداخلية للهواء وعلاقته بعرض الفتحات كنسبة من عرض الحائط



(أ) علاقة سرعة الهواء بحجم ووضع الفتحات

شكل (٦٦ - أ) علاقة سرعة الهواء بحجم ووضع الفتحات

٣٥	٤٣	٥٢	٤٥	٤٨
٣٦	٣٩	٣٣	٣١	٥٦
٣٤	٢٥	٣١	٣٩	٥٥
٣٢	٢٣	٣٠	٤٥	٣٨
٣٣	٦٧	٦٠	٦١	٦٢

متوسط السرعة ٤٢ ٪

اتجاه الرياح

٣٦	٢٤	٢٤	٢٨	٨٤
٣١	٢٦	٢٥	٢٤	٩٣
٢٩	٢٤	٢٧	٣٩	٧٨
٣٠	٢٧	٢٧	١٠٧	٢٨
٢٤	٢٨	٧١	١٥٢	٢٩

متوسط السرعة ٤٤ ٪

اتجاه الرياح

شكل (٦٦ - ب)

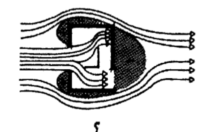
(ب) علاقة عرض كل من فتحتى المدخل والمخرج بتوزيع سرعة الهواء داخل الحجرة .

وضع الفواصل المقسمة للفراغ الداخلى :

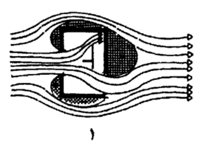
عند مرور الهواء الداخل من الغرف المواجهة للريح فى مبنى إلى باقى فراغات المبنى ، فإنه يلاقى مقاومة من الحوائط والفواصل التى تؤدى إلى تغيير مساره أكثر من مرة مما يضعف من سرعة الهواء الداخلى بالمبنى وإن كان يزيد من تجانس السرعة خلال الفراغات المختلفة (شكل ٦٧) .

ومن دراسة لتأثير وضع الفواصل الداخلية بالنسبة للفتحات على سرعة الهواء ظهرت النتائج الآتية :

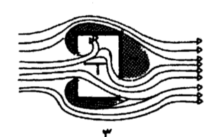
- يصل متوسط سرعة الهواء داخل المبنى إلى أقل قيمة عندما يكون وضع الفواصل أقرب إلى فتحة دخول الهواء وفى مواجهتها ، بينما ترتفع قيمته عندما تكون هذه الفواصل أقرب إلى فتحة المخرج .



٢

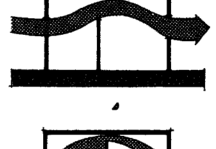


١

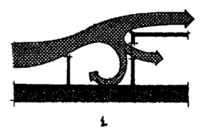


٣

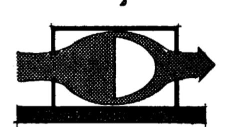
١ ـ يؤدى الفاصل العمودى على اتجاه الهواء إلى تغييره مع إستمرار سريان الهواء فى الجزء الخلفى بسرعة التبريد
٢ ـ هذا الوضع يؤدى الى تقليل سرعة الهواء وبالتالى التأثير التبريدى
٣ ـ يؤدى الفاصل الموازى لاتجاه سريان الهواء الى بقاء سرعته عالية
٤ ـ تقلل الفواصل الموجودة خارج المبنى من سرعة الهواء بداخله
٥،٦ ـ يؤدى حجم الفتحات ووضع الفواصل الى تغيير فى شكل سريان الهواء داخل الفراغ



٥



٤



٦

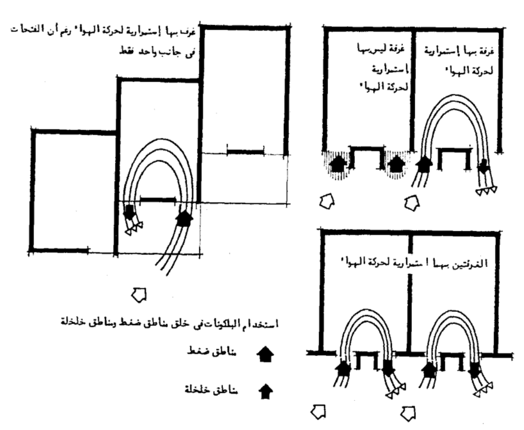
شكل ٦٧ : الفواصل الداخلية وتأثيرها على حركة الهواء

- يفضل أن تكون الفراغات الأكبر هى التى تواجه دخول الرياح وذلك للحصول على سرعات أكبر للهواء داخل فراغات المبنى المختلفة .

- للحصول على تهوية جيدة لفراغات المبنى الداخلية يجب أن يمر الهواء من فراغ لآخر بحرية ويمكن التحكم فى التهوية بواسطة أبواب تفتح أو تغلق حسب الحاجة .

تفاصيل الفتحات :

فى معظم الأحوال لا يتوفر بسهولة إمكان وضع الفتحات على حائطين متقابلين أو متجاورين فى فراغ واحد للحصول على استمرار جيد لحركة الهواء . لذلك تظل السرعة الداخلية للهواء منخفضة ما لم توجد وسيلة أخرى تؤدى إلى تدفق الهواء بسرعات مناسبة . وفى هذا المجال يكون لبعض التفاصيل فى تصميم الفتحات الفضل فى تكوين أماكن ضغط وأماكن خلخلة على نفس الحائط الخارجى ، حيث تقوم حواجز باعتراض الرياح وخلق منطقة ضغط مرتفع على جانب الحاجز المواجه لها ومنطقة خلخلة على الجانب الخلفى ، فإذا وضعت فتحت فى كل من منطقة الضغط ومنطقة الخلخلة فإن هذا يؤدى إلى الحصول على سرعة أكبر لتدفق الهواء داخل الغرفة (شكل ٦٨) .



ـ إستخدام بعض تفاصيل التصميم لخلق
مناطق ضغط ومناطق خلخلة على جانب واحد من الحائط

شكل ٦٨ : التحكم فى حركة الهواء بالتفاصيل

أساليب أخرى لجلب الهواء :

يمكن خلق تيار هوائى داخل الغرفة دون الحاجة إلى حركة الهواء الخارجى على منسوب الفتحات بالمنازل . ويتأتى ذلك إما :

١ - باستخدام أبراج الرياح بأنواعها . أو ٢ - بمعالجات معمارية أخرى .

١ - *أبراج الرياح Air Catchers* :

وهى موجودة فى بلدان المنطقة الحارة الممتدة من باكستان إلى مصر وشمال أفريقيا . وعلى الرغم من اختلاف أشكالها والمواد التى شيدت منها إلا أنها تؤدى نفس الوظيفة وهى خلق تيار هواء طبيعى للتهوية والتبريد داخل المبنى .

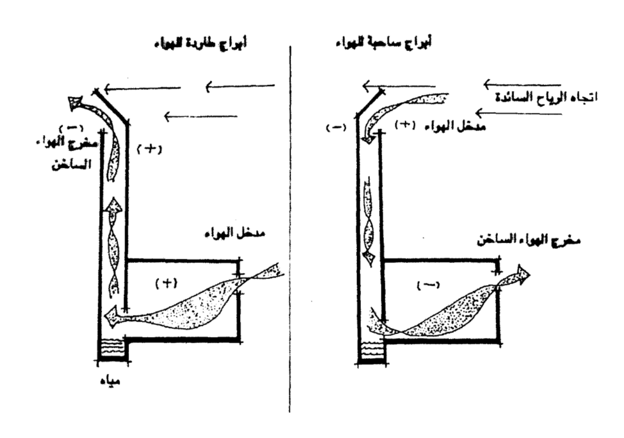
ويمكن تقسيم أبراج الرياح إلى نوعين : أ - أبراج الرياح التى تعمل بفرق ضغط الهواء . و ب - أبراج الرياح التى تعمل بالخواص الحرارية لمادة الإنشاء . ويلخص شكل ٦٩ التقسيم الأساسى لأبراج الرياح .

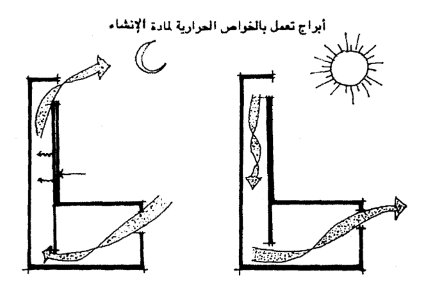
أ - *أبراج الرياح التى تعمل بفرق ضغط الهواء* :

١ - الساحبة للهواء داخل الفراغ :

وأهمها ملاقف الهواء بمصر والعراق والبادجير بإقليم السند بباكستان والبارجيل فى الساحل الغربى للخليج العربى. ويكون أسلوب عمل هذا النوع من الأبراج كالتالى:

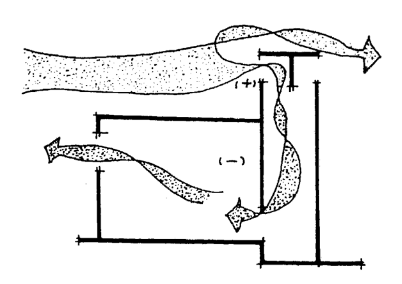
- فى أول النهار تتكون منطقة ذات ضغط مرتفع عند فتحة البرج الموجهة فى اتجاه الرياح السائدة فى حين تكون منطقة الضغط المنخفض فى الفراغ الداخلى الذى مازال الهواء به ساخناً مما يؤدى إلى انتقال الهواء إلى المنطقة منخفضة الضغط ، وبالتالى خلق تيار هواء مستمر ويفقد الهواء المتجه للداخل حرارته بملامسته لجدران البرج التى بردت أثناء الليل شكل (٧٠) . وهكذا يقوم برج الرياح - المرتفع عن المبانى المتضامة بالمناطق الحارة التى تعوق سرعة الهواء - باستجلاب الهواء البارد من طبقات الهواء المرتفعة ذات السرعة الأعلى والباردة نسبياً ليدخله إلى الفراغ من فتحة صغيرة أسفل البرج ، ويقوم بسحب الهواء إلى الخارج فتحات كبيرة فى الحائط المقابل





شكل ٦٩ : التقسيم الأساسى لأبراج الرياح

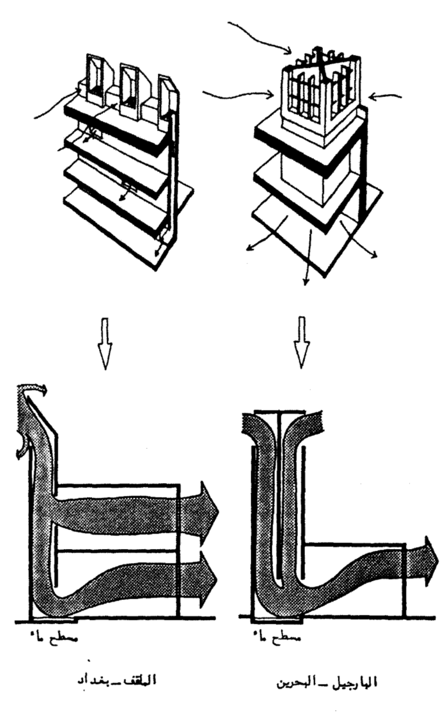
وذلك لزيادة سرعة الهواء . ويستخدم الملقف كذلك فى ترطيب الهواء بتمريره أولاً على مسطح مائى كما يستحسن أن تكون حوائطه داخلية وذلك لكى يظل الهواء بارداً شكل (٧١) .



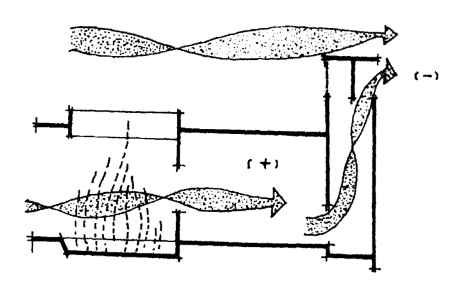
شكل ٧٠ : ملقف ساحب للهواء

٢ - الطاردة للهواء الساخن من داخل المبنى :

وفكرتها ببساطة هى فكرة المدخنة التى تشفط الهواء الساخن إلى أعلى بينما يدخل الهواء الجديد من فتحة فى الجدار الخارجى . وهذا النوع يستخدم عادة عندما تكون الرياح محملة بالأتربة ، فتوجه فتحة البرج فى اتجاه معاكس للرياح أو يكون له عدة فتحات فى الاتجاهات المختلفة يتم غلق ما هو منها مواجه للرياح غير المرغوبة وعندما تصطدم الرياح بحائط الملقف تتولد منطقة ضغط منخفض فى الجهة المقابلة حيث فتحة البرج مما يؤدى إلى سحب الهواء من داخل الغرفة إلى أعلى ليحل محله هواء نظيف ورطب من الحوش المظلل شكل (٧٢) . ويكثر هذا النوع من الأبراج فى إيران وبلدان الخليج العربى .



شكل ٧١ : أشكال مختلفة من أبراج الهواء



شكل ٧٢ : ملقف طارد للهواء
(الفتحة فى اتجاه الرياح مغلقة)

ب - أبراج الرياح التى تعمل بالخواص الحرارية لمادة الإنشاء (المداخن الحرارية) :

والفكرة الأساسية لهذا النوع هى القدرة العالية على اختزان الحرارة داخل المنشأ العمودى الضخم . وتقسم المدخنة فى المسقط الأفقى لعدة قنوات لضمان صلابة واتزان المنشأ وأيضاً للحصول على كتلة إضافية . وهذه الأبراج ترتفع إلى أقصى قدر تسمح به إمكانيات البناء فتبدأ من ٣ أمتار تقريباً فوق سطح المنزل وبفتحة مسطحها ١-٢ م^{٢} ليصل الارتفاع أحياناً إلى ٣٤ متراً حيث تبلغ فتحة البرج ١١ م^{٢} كما هو الحال فى قصر عباد فى مدينة يزيد بوسط إيران . ويصل فرق درجة الحرارة بين الخارج والداخل عند استخدام هذا الأسلوب إلى ٢١ درجة مئوية ويمكن الحصول على ترطيب وتبريد إضافيين إذا استخدمت رطوبة الأرض أو المياه .

ويكون السلوك الحرارى لتلك المداخن كالتالى :

- فى أول النهار يكون الهواء الخارجى مازال بارداً وبالتالى أثقل وزناً من الهواء الساخن الداخلى ، وبذلك يسحب الهواء الخارجى إلى الداخل .

- أثناء النهار يبرد الهواء الخارجي الساخن عند ملامسته لحوائط البرج التى مازالت باردة ويصبح أثقل وزناً ويسحب بالتالى إلى الداخل ، مع التخلص من الهواء الداخلى من فتحات مقابلة ، وتستمر هذه الحركة حتى يبدأ البرج فى اكتساب الحرارة من أشعة الشمس .

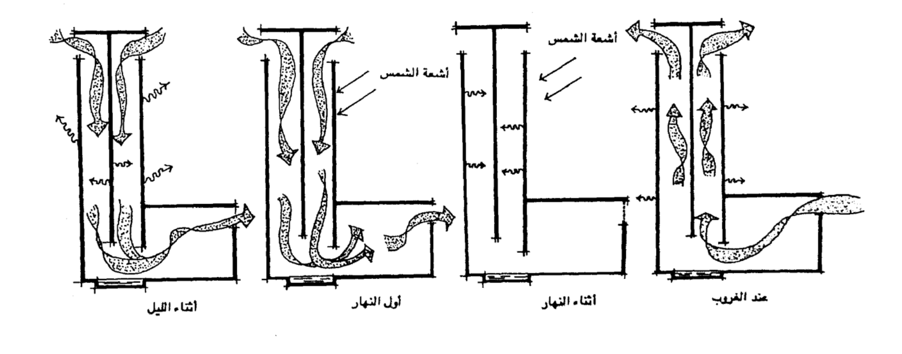
- عند الغروب تتم عملية عكسية حيث يسخن هواء الليل البارد عند ملامسته لحوائط البرج الذى اكتسب حرارة النهار السابق ويخف وزنه ويخرج من البرج . وتستمر هذه العملية حتى يفقد البرج الحرارة المختزنة .

- أما أثناء الليل وبعد أن يفقد البرج الحرارة المختزنة يبدأ هواء الليل البارد بالهبوط داخل البرج حيث يكون أثقل وزناً ، وهكذا تستمر عملية برج الرياح ٢٤ ساعة . وفى الشتاء يقفل البرج من أسفل وذلك لتلافى دخول الهواء البارد أثناء الليل . وهكذا تعتمد حركة الرياح داخل البرج بصورة خاصة على مدى إمكان اختزان أكبر كمية من الحرارة لأطول فترة ممكنة . أو بمعنى أخر زيادة كتلة البرج بأقصى ما يمكن . ويوضح شكل (٧٣) السلوك الحرارى لبرج رياح يعمل بالخواص الحرارية لمدة ٢٤ ساعة من يوم صيفى .

٢ - معالجات معمارية أخرى لجلب الهواء :

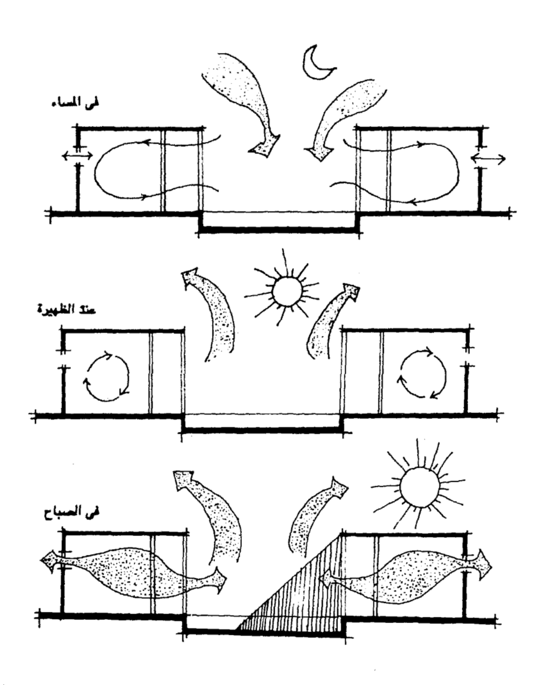
أ - الحوش الداخلى :

يختلف السلوك الحرارى داخل الأحواش الداخلية تبعاً لعدد النوافذ وأماكنها فى المبنى وإذا ما كانت مفتوحة أو مغلقة . ففى المساء يقوم الحوش بسحب الهواء البارد من أعلى حيث يصعد الهواء الساخن لأعلى وتنخفض درجة الحرارة . وفى الصباح يبقى الحوش بارداً ولطيفاً حتى الظهيرة عندما تصل أشعة الشمس إلى أرضيته فيتصاعد الهواء إلى أعلى . وتقوم تيارات الحمل بالمحافظة عل برودة المبنى لفترة

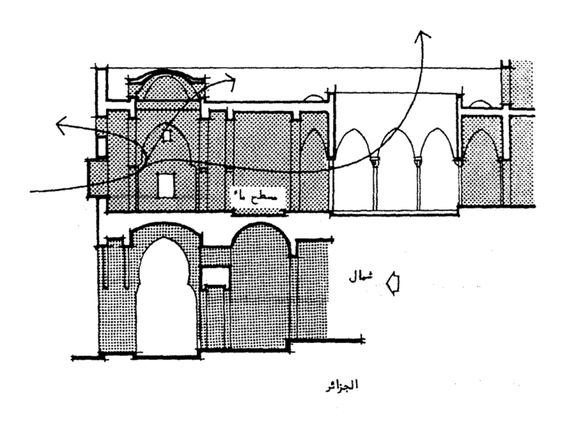


شكل ٧٣ : العملية الرباعية خلال ٢٤ ساعة من يوم صيفى
لبرج يعمل بالخواص الحرارية لمادة الإنتشار

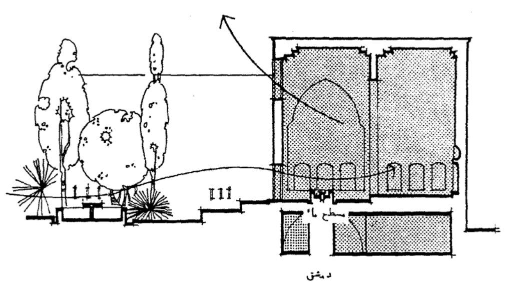
كبيرة بعد الظهر ، شكل (٧٤) . ويوضح شكل(٧٥) أمثلة على استخدام الأفنية في أماكن مختلفة .



شكل ٧٤ : استخدام الأفنية الداخلية لتهوية الفراغات الداخلية

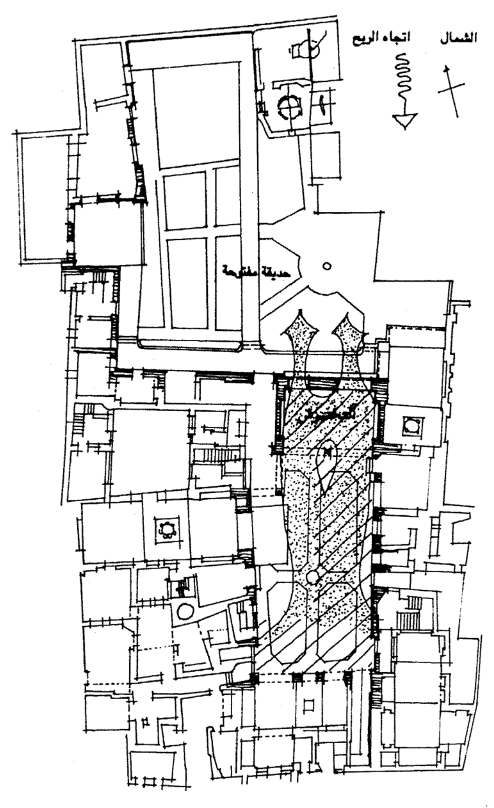


الجزائر



دمشق

شكل ٧٥ : الحوش ومعالجة حركة الهواء الداخلية فى المسكن



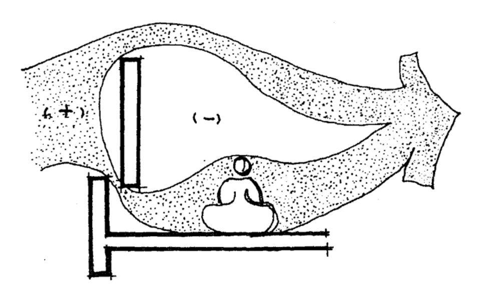
شكل ٧٦ : التختبوش بمنزل السحيمى

وبالتحكم فى تظليل الأفنية ، وبالتالى تكوين مناطق فرق ضغط بين فراغ مظلل (بارد) وفراغ مشمس (ساخن) يتحرك الهواء البارد ذو الضغط الأعلى إلى منطقة الهواء الساخن الأقل ضغطاً ، وبذلك يتحرك الهواء حتى فى عكس اتجاه الرياح السائدة . ويطلق « *التختبوش* » على الفراغ الفاصل بين الحوشين حيث يصبح ملائماً للجلوس والاستمتاع بلطف الجو . ومثال على ذلك بيت السحيمى بالقاهرة شكل ٧٦ .

ويمكن استخدام هذه الفكرة على مستوى التخطيط فى قرية أو فى قطاع سكنى فى مدينة حيث يتم الحصول على مكان مناسب وملائم للجلوس مثل جلسة التختبوش بين ميدانين أحدهما أكبر من الثانى المظلل .

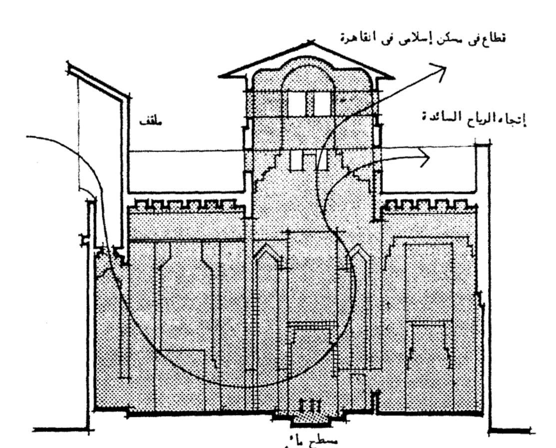
ب - البدقش : شكل (٧٧)

وهو منتشر فى دول الخليج وإيران ويعمل بضغط الهواء لتوليد تيارات حمل مبردة . ويستخدم بكثرة فى أسوار الحوائط الخارجية لما يحققه من خصوصية .

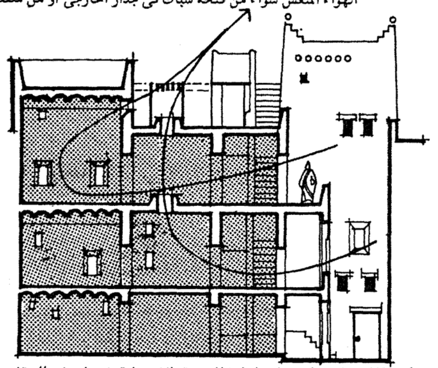


شكل ٧٧ : البدقش

جـ - ويمكن اللجوء إلى تعلية سقف الحجرات ووضع فتحات علوية فى الحائط أو السقف لتخلق مع الفتحات المعتادة من أبواب وشبابيك تيار الهواء المطلوب شكل ٧٨ ، ٧٩ .



شكل ٧٨ : سحب الهواء الساخن لأعلى ثم للخارج بواسطة المدخنة ويدخل الهواء المنعش سواء من فتحة شباك فى جدار الخارجى أو من ملقف



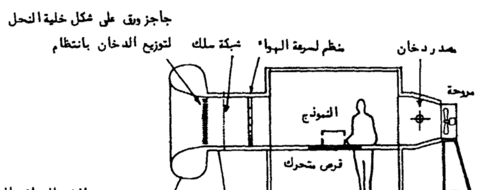
شكل ٧٩ : خلق حركة هواء داخلية للتهوية بالاستعانة بفتحات فى السقف

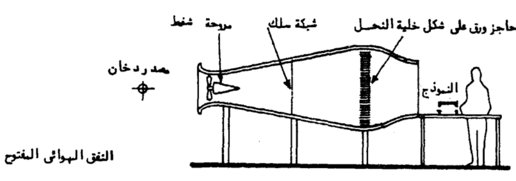
منزل فى مراكش

كيفية تحديد شكل وسرعة انسياب الهواء داخل المبانى :

من الصعب حسابياً تحديد صفات انسياب الهواء حول المبانى وداخل الفراغات إلا فى الحالات الواضحة المبسطة ، لذلك كان اللجوء إلى الناحية التجريبية أمراً ضرورياً .

ويستخدم لذلك جهاز النفق الهوائى Wind tunnel (شكل ٨٠) ، يوضع به نموذج مصغر (ماكيت) للمبنى المراد دراسة حركة الهواء فيه . وهناك نوعان من هذا الجهاز ، النوع المغلق والنوع المفتوح وإن كانت الفكرة واحدة ، إذ يمرر الهواء الصادر من مروحة كهربائية خلال شبكات متتالية من السلك والورق المخرم على نظام مسدسات عش النحل ، وذلك لضمان انتظام توزيعه والتحكم فى سرعته قبل الوصول إلى النموذج . ويستخدم الدخان فى اظهار وتوضيح حركة الهواء حيث يمكن تصويره . وتتم





شكل ٨٠ : كيفية تحديد شكل وسرعة انسياب الهواء داخل المبانى

قياس سرعة الهواء فى النقط المطلوبة بواسطة جهاز أنيموميتر صغير وتنسب سرعات الهواء المستخدمة فى التجارب إلى سرعات الهواء الخارجى ، فمثلاً إذا كانت سرعة الهواء الحقيقية ٥ م/ثانية فيستعمل فى التجربة سرعة ١م/ثانية أى $\frac{١}{٥}$ السرعة الحقيقية وبذلك يمكن حساب السرعات الناتجة الحقيقية فى النقط المطلوبة .

تلوث الهواء Air Pollution

مصادر التلوث :

يتلوث الجو الطبيعى النقى نتيجة لعدة مصادر هى العوادم الناتجة عن احتراق المواد البترولية والفحم وذلك فى المصانع ومحركات السيارات والمداخن المنزلية فى حالة وجودها ، كما تتغير رائحة الهواء بسبب الروائح المنبعثة من مصانع السماد ومحطات الصرف الصحى ، ويمكن أن يكون للجو تأثير سام فى حالة تسرب الغازات السامة مثل الكلور والإشعاعات من النفايات ومحطات الطاقة الذرية ، وفى المناطق الصحراوية تنضم الأتربة والرمال الناتجة عن العواصف إلى تلك العوامل .

ويقاس مقدار التلوث بالجم / م^{٣} أو الطن / كم^{٢} . ولتلوث الهواء تأثير شديد الضرر على الإنسان والبيئة المحيطة به وكذلك على المبانى .

ويوضح الجدول التالى بعض المواد المسببة للتلوث وتأثيرها على الإنسان .

المادة	تأثيرها
جزئيات أتربة معلقة فى الهواء	التهاب وضيق فى الجهاز التنفسى
الرصاص ، ناتج عن احتراق البنزين	تسمم فى الدم ويؤثر على الجهاز العصبى
ثانى أكسيد الكبريت	حرقان العينين والتهاب الجهاز التنفسى
ثانى أكسيد النيتروجين	إصابة الشعيرات الرئوية
أول أكسيد الكربون ، ناتج عن الاحتراق	غاز سام ويؤثر على الجهاز العصبى
الفورمالدهايد	يؤذى العينين والجهاز التنفسى
كبريتيد الأيدروجين	يؤذى العينين والجهاز العصبى ويؤدى إلى السرطان بكثرة التعرض له

وقد حدث فى لندن عام ١٩٥٢ ارتفاع فى درجة تلوث الهواء أدى إلى ارتفاع شديد فى معدل الوفيات بسبب إصابة الجهاز التنفسى ، كما أن الإحصائيات تحذر من الأخطار الناتجة عن تلوث الهواء وتأثيره السيىء على صحة الإنسان ، وعلى هذا ينبغى السيطرة على درجة نقاء الهواء الطبيعى حتى لا تقترب من الحد الأدنى الممكن احتماله .

ويؤثر تلوث الجو على المبانى فيؤدى ارتفاع نسبة الغازات السيئة الناتجة عن العوادم الى تفاعلات كيميائية مع البياض الخارجى أو مواد النهو للمبانى يؤدى إلى تآكلها وفسادها وتساقطها ، وتؤدى العواصف الرملية إلى نفس النتيجة بطريقة مباشرة ، حيث تقوم الرمال التى تصطدم بالواجهات والأسقف والنوافذ بهذا الدور ، كما تشكل الرمال والأتربة التى تترسب على الأسطح حملاً إضافياً على الهيكل الإنشائى .

ولتلوث الهواء تأثيره أيضاً على الظروف الجوية حيث تحجب الذرات العالقة فى الهواء جزءاً من ضوء الشمس من الوصول إلى جو المدينة علاوة على كونها تمنع الحرارة الموجودة بالشوارع من الإشعاع والنفاذ إلى خارج الغلاف المحيط بالمدينة . ويطلق اصطلاح الضباب الدخانى على أنواع مختلفة من تلوث الهواء مثل الذى ينجم عن مفعول أشعة الشمس على عوادم وسائل النقل أو الذى ينتج فى الطقس الهادىء والبارد من تأثير الانعكاس الحرارى قرب الأرض .

مقاومة التلوث وتنقية الهواء :

مما يخفف من مدى خطورة التلوث أن الرياح تقوم بنشر المواد الملوثة فى الجو وتتحرك بحركتها فتبتعد ويخف تركيزها وذلك باستثناء المنطقة المحاذية للمصدر . وطبيعى أن تتأثر درجة تلوث الهواء بسرعة الرياح ومدى الاستقرار الجوى فكلما اشتدت سرعته انخفضت درجة تركيز المواد الملوثة . وهذا يؤكد على أهمية أخذ عامل تهوية الشوارع فى الاعتبار فى عملية التخطيط ، حيث تكون المشكلة هى التخلص

من التلوث الموجود على مستويات منخفضة والناتج من عوادم السيارات وخلافه إذ أصبحت مداخن المصانع ومحطات القوى تبنى بارتفاعات عالية ويراعى فيها احتياطات اختيار المكان والتوجيه واستعمال مرشحات المداخن .. إلخ ، مما يحد من تأثيرها الضار على تلوث جو المدينة .

وتقوم النباتات والأشجار بعملية التنقية بنجاح كبير حيث تقوم بترشيح الجو وامتصاص الروائح مما يخفض من تلوث الهواء . فنتيجة لعملية التمثيل الضوئى Photosynthesis يتم التخلص من ثانى أكسيد الكربون وإحلال الأوكسجين النقى محله ، كما تقوم أيضاً بعض النباتات بامتصاص الغازات السامة .

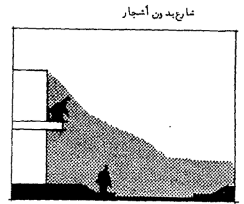
وقد قدرت كمية الأكسجين التى يحتاجها الإنسان فى مدة معينة بما ينتجه من سطح من أوراق الشجر يبلغ ٢٥ متر٢ فى نفس المدة من يوم مشمس .

وبما أن الإنسان يستمر فى التنفس أثناء الليل حتى تختفى الشمس وشتاء حيث تكون أقل سطوعاً فإنه يحتاج على الأقل لمسطح أوراق شجر يبلغ ١٥٠ متر٢ لتغطية احتياجاته من الأكسجين على مدار السنة ، وهذا يعنى أنه يلزم لكل ساكن فى المدينة مسطح أخضر يتراوح من ٣٠ إلى ٤٠ م٢ .

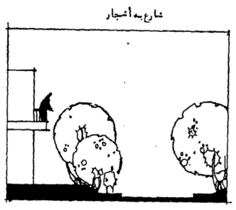
ويمكن تشبيه عملية التنقية تلك بما يقوم به مكيف الهواء الميكانيكى حيث يجلب الهواء النقى ويطرد الهواء الفاسد ، مع الفارق أن النباتات تمتص الهواء الفاسد لتنتج الأوكسجين .

ولا يتوقف تأثير النباتات عند هذا الحد وإنما تعمل كمرشح لتنقية الجو من الأتربة العالقة به وذلك بالتقاطها على الأوراق والتخلص منها عند سقوط الأمطار أو بوساطة الماء الذى تفرزه الأوراق ، كما تحجب الدخان والروائح وتقلل نسبة تركيزها (شكل ٨١) .

ومع ذلك ينبغى التعامل مع النباتات بحرص حيث يمكن أن يتحول تأثيرها إلى الضد ، فقد يؤدى عدم الوعى فى استخدامها وخاصة فى المناطق الحارة الرطبة إلى

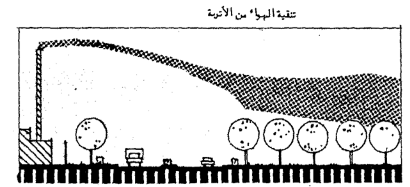


۰۰۰ر۱۰ الى ۰۰۰ر۱۲ جزئ تراب فى اللتر

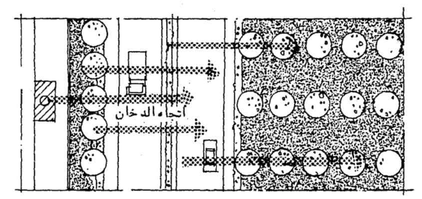


۱۰۰۰ الى ۳۰۰۰ جزئ تراب فى اللتر

تنقية الهواء من الأتربة



قطاع

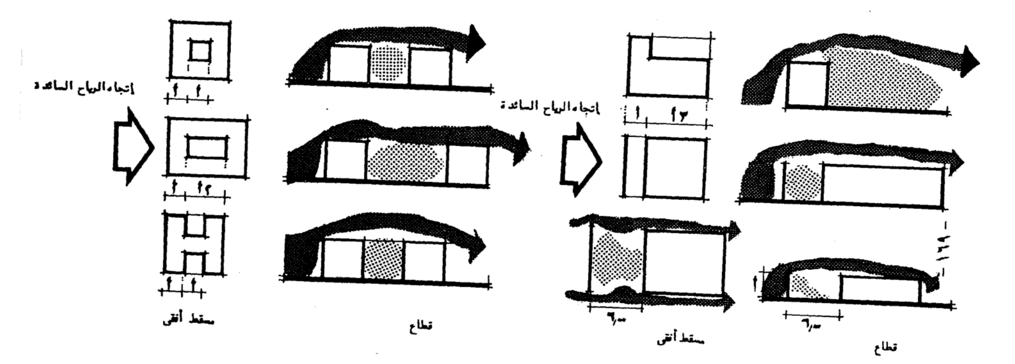


مسقط أفقى

تنقية الهواء من الدخان

توضع الأشجار والمسطحات الخضراء عند بداية الدخان أو العادم الى مستوى المبانى وذلك للاحتفاظ بالجو نقياً فى هذه المنطقة .

شكل ۸۱ : وظيفة النباتات فى تنقية الجو من الأتربة والدخان



شكل ٨٢ : الحوش الداخلي والأسوار والحماية من الأتربة

ارتفاع الرطوبة النسبية فى الجو لدرجة مزعجة ، وإعاقة سرعة الرياح التى تخفف من الشعور بالرطوبة صيفاً . أما فى الشتاء فقد ينشأ الضباب نتيجة لتبخر المياه التى تفرزها تلك النباتات .

وهذا لا يقلل من أهميتها على الإطلاق تماماً مثل الشمس والهواء والظواهر الطبيعية الأخرى التى تستخدم لمصلحة مبنى فى موقع ويتحتم الحماية منها فى موقع آخر .

وفى مجال الحماية من الأتربة أثبتت المساكن ذات الأحواش الداخلية Court Houses صلاحيتها لذلك إذا كان طول ضلع الحوش المواجه لاتجاه الريح لا يزيد عن مرتين ارتفاع المبنى . وتقوم الأسوار الخارجية بنفس الدور إذا أخذت ارتفاع المبنى وبعدت مسافة ٦ متر على الأكثر من الواجهة المراد حمايتها (شكل ٨٢) .

* * *

الفصل السادس : البخر والرطوبة والهطول

- البخر
- الرطوبة :
  * الرطوبة النسبية
  * الرطوبة فى مصر
- ترطيب الهواء :
  * طرق داخل المبنى
  * طرق خارج المبنى
- الهطول :
  * مقياس كمية الأمطار
  * المنطقة الحارة الممطرة
  * المنطقة الحارة الجافة
  * الأمطار فى مصر

الفصل السادس

البخر والرطوبة والهطول

البخر Evaporation :

يطلق على تحول الماء من حالة السيولة إلى بخار اسم البخر ، وهو يحدث من شتى الأسطح المبتلة ومن التربة والنبات وجسم الإنسان وعلى الأكثر من الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات . وكلما اتسعت رقعة السطح الذى يحدث منه البخر زادت كميات المياه المتبخرة . ومما ينشط عمليات البخر زيادة سرعة الرياح ، فهى تعمل دائبة على إزاحة الأبخرة ليحل محلها هواء جاف بصورة مستمرة ، لذلك لا تبقى كميات بخار الماء العالقة فى الهواء ثابتة النسبة بل تتغير دائماً وباستمرار .

الرطوبة Humidity :

هى بخار الماء غير المرئى الموجود فى الهواء . وليست السحب والأمطار والضباب والندى سوى هذا البخار بعد أن يتكثف . وتقاس كمية بخار الماء فى الهواء وهو ما يطلق عليه الرطوبة المطلقة (رم) Absolute Humidity ، بوزن البخار الموجود فى وحدة وزن أو وحدة حجم من الهواء ويعبر عنها بجم / كجم أو جم / م^{3} .

ويصل الهواء إلى درجة التشبع ببخار الماء Saturation Point عندما لا يكون فى مقدوره استيعاب أية كمية إضافية من الرطوبة . وتتوقف درجة التشبع على درجة حرارة الهواء ، فكلما ارتفعت زادت قدرة الهواء على استيعاب المزيد من الرطوبة . وعند تبريد الهواء غير المشبع فإنه يصل إلى درجة حرارة يصبح عندها مشبعاً ، وإذا

استمرت عملية التبريد يتكثف بخار الماء الفائض . وتسمى درجة الحرارة التى تبدأ عندها عملية تكثيف البخار الفائض بنقطة الندى Due Point .

وأوضح مثال على ذلك عندما يتعرض كوب من الماء المثلج للهواء فى غرفة ساخنة ، فيغطى سطحه الخارجى بطبقة رقيقة من الماء ، ومصدر هذا الماء هو الهواء الجوى الذى عندما يلامس سطح الكوب البارد تنخفض درجة حرارته تحت درجة التشبع فتتكثف بعض أبخرته فى صورة نقط الماء الصغيرة التى تكسو السطح الخارجى للكوب ، والعكس صحيح حيث يفقد الهواء تشبعه إذا تم تسخينه .

الرطوبة النسبية (رن) *Relative Humidity* :

هى النسبة المئوية لكمية الرطوبة الموجودة فى الهواء إلى كمية الرطوبة التى يمكن أن يستوعبها عند التشبع :

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{الرطوبة المطلقة}}{\text{رطوبة التشبع}} \times ١٠٠$$

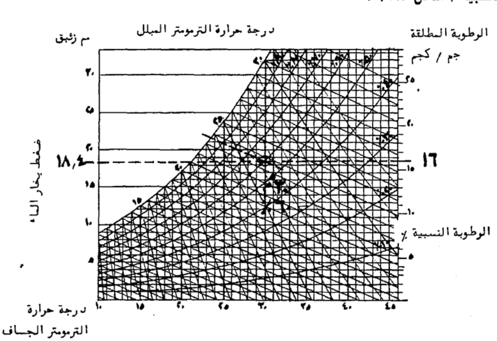
فمثلا : إذا كان الهواء يحتوى على ٩,٤ جم / كجم رطوبة وتبلغ رطوبته النسبية ١٠٠٪ فإنه إذا احتوى على ٤,٧ جم / كجم رطوبة تكون رطوبته النسبية ٥٠٪ .

والرطوبة النسبية تعطى صورة مباشرة عن إمكانية البخر . ويوصف الهواء بأنه جاف ومنعش عندما تكون الرطوبة النسبية منخفضة ، لأن فرصة التبريد بالبخر تكون أكبر . أما إذا ارتفعت فإن الشعور يكون بثقل التنفس وعدم الراحة .

وفى المناطق الصحراوية يؤدى انخفاض الرطوبة النسبية مع ارتفاع درجات الحرارة إلى جفاف شديد فى الإقليم يكون له تأثيره الضار على النباتات ما لم يؤخذ أمره فى الحسبان .

قياس الرطوبة النسبية :

تقاس الرطوبة بجهاز " السيكروميتر Psychrometer " ، ويتكون من ترمومترين زئبقيين متجاورين . الأول يطلق عليه الترمومتر الجاف Dry Bulb Thermometer حيث يقيس درجة الحرارة الجافة ، أما الثانى فيطلق عليه الترمومتر المبلل Wet Bulb Thermometer ، حيث يغطى مستودعه بقطعة من الشاش تتدلى منها فتيلة من مادة ماصة تنغمس فى وعاء به ماء ، فتؤدى الخاصة الشعرية إلى الحفاظ على المستودع مبللاً دائماً وهو يعطى درجة الحرارة الرطبة Wet Bulb Temperature ، وهى بالطبع أقل من درجة الحرارة الجافة حيث يؤدى تبخر الماء الموجود بقطعة الشاش حول الخزان إلى خفض درجة الحرارة ، وحيث إن البخر يزداد جفاف الهواء والتبريد يزداد بازدياد البخر فإن الفرق بين درجتى الحرارة الجافة والرطبة يتناسب تناسباً طردياً مع جفاف الهواء . وفى حالة تساوى درجتى الحرارة تكون الرطوبة النسبية ١٠٠٪ ، أى يكون الهواء مشبعاً فلا يحدث أى بخر على الخزان المبلل ولا تنخفض حرارته وتبقى مساوية لدرجة الحرارة الجافة ، وبوساطة القراءتين يمكن الحصول من الخريطة السيكرومترية Psychrometric Chart على الرطوبة النسبية (شكل ٨٣) .



شكل ٨٣ : استخدام الخريطة السيكرومترية فى إيجاد الرطوبة النسبية

مثال : عند درجة حرارة جافة ٣٠° مئوية

ودرجة حرارة رطبة ٢٣,٧° مئوية

تكون الرطوبة النسبية = ٦٠٪ ، وتكون الرطوبة المطلقة ١٦ جم/كجم

ويكون ضغط بخار الماء = ١٨,٤ مم زئبق

وضغط البخار صورة أخرى لقياس الرطوبة ، لكنها غير مستعملة فى الممارسة العملية .

والجهاز السابق لا يعطى تسجيلاً مستمراً للرطوبة . ويقوم جهاز الهيجروجراف Hygrograph بهذه المهمة . وفكرته مبنية على أن الشعر الآدمى يتمدد بازدياد رطوبة الهواء وينكمش بالجفاف . ويتركب الجهاز من خصلة من شعر آدمى تُشد إلى ريشة تسجيل بحيث إذا ما تغير طول الشعر رسمت الريشة هذا التغيير على ورقة متحركة .

وتكفى البيانات التالية لإعطاء صورة واضحة عن الرطوبة :

- المتوسط الشهرى (٣٠ يوم) لأعلى رطوبة نسبية
- المتوسط الشهرى لأقل درجة رطوبة نسبية

وذلك لكل شهر من أشهر السنة .

وفى حالة عدم توفر هيجرومتر ، تؤخذ القراءات على الترمومتر فى الساعة ٦ صباحاً ، وهى تقريباً أعلى درجة رطوبة فى اليوم ، وبين الساعة ٢ إلى الساعة ٤ بعد الظهر وهى تقريباً أقل درجة رطوبة .

وتمثل قراءة الساعة ٦ صباحاً رطوبة عالية لجميع أنواع المناخ ، أما الرطوبة أثناء النهار فيختلف مقدارها تبعاً للموقع وأحياناً يكتفى بها للتعبير عن درجة رطوبة المكان .

الرطوبة فى مصر :

تبلغ الرطوبة النسبية أقصاها صيفاً على الساحل الشمالى ، وشتاء فى الداخل ، وترجع أسباب هذه الظاهرة إلى انخفاض الحرارة فى الداخل أثناء فصل الشتاء مما يجعل الهواء أقرب إلى التشبع على حين أن ارتفاع الحرارة فى الصيف يساعد على نشاط البخر على الساحل وبالتالى زيادة الرطوبة النسبية .

وينخفض متوسط درجة الرطوبة النسبية من الشمال للجنوب ، ماعدا منطقة وسط الدلتا التى ترتفع فيها أحياناً نسبة الرطوبة حتى عن مدينة الإسكندرية ذاتها ، ويرجع السبب فى ذلك إلى تعرض الإسكندرية إلى رياح جنوبية جافة تصاحب مرور الانخفاضات الجوية التى تكثر على الساحل ، هذا فضلاً عن وقوع منطقة الدلتا وسط الأراضى الزراعية بعيداً عن رياح الصحراء الجافة .

وتمتاز الرطوبة النسبية فى منطقة الساحل بوجه عام بأنها قليلة التغير بين شهر وآخر ، إذ لا يتجاوز مقدار التغير ٩٪ بينما يصل إلى ٢٠٪ فى المناطق الداخلية ، ويرجع السبب فى ذلك إلى تأثير البحر المتوسط .

ويبلغ التغير اليومى فى درجة الرطوبة أدناه فى فصل الصيف فى كافة أنحاء البلاد نظراً لانتظام هبوب الرياح الشمالية ، ولا يتجاوز متوسط الاختلاف فى يومين متوالين ٦٪ ، ويبلغ هذا الاختلاف أقصاه فى فصل الربيع أثناء فترة الخماسين حيث تصل إلى ١١٪ .

ترطيب الهواء Air Humidification :

من المعروف أنه إذا قلت نسبة الرطوبة فى الجو عن الحد المناسب ولمدة طويلة فإن ذلك يؤثر على البشرة الخارجية لجسم الإنسان فتتعرض لجفاف شديد يؤدى إلى تشققات خاصة بالشفاه والأنف ، كذلك تقل نسبة تنقية الهواء من الأتربة العالقة مما يؤثر على الجهاز التنفسى . ولهذا فمن الضرورى بالنسبة للمناطق الحارة الجافة المحافظة على توفير نسبة رطوبة فى الجو بمستوى معقول يحقق الراحة ويتلافى نتائج الجفاف

السلبية . وتستطيع الأجهزة الحديثة لتكييف الهواء سواء المركزية أو بالوحدات أن تحقق النتائج المطلوبة فى هذا الصدد إلا أنه تجدر الإشارة إلى طرق التحكم البيئى التى تستخدم طبيعياً وتنقسم إلى مجموعتين :

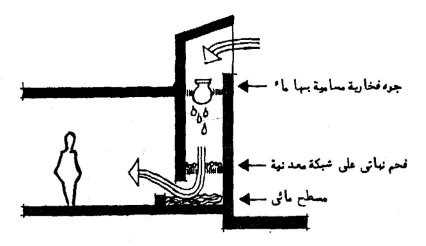
١ - طرق تستخدم داخل المبنى .

٢ - طرق تستخدم خارج المبنى .

الطرق المستخدمة داخل المبنى :

فى عهد الفراعنة كان العبيد يقومون بالتهوية بمراوح الريش على أوان فخارية مسامية كبيرة تحتوى على الماء الذى يتسرب من المسام وينتقل إلى الهواء عن طريق البخر . وهذه هى الفكرة الأساسية لجميع طرق ترطيب الجو التى تعتمد على تبخير طبقة رقيقة جداً من الماء من على سطح ما .

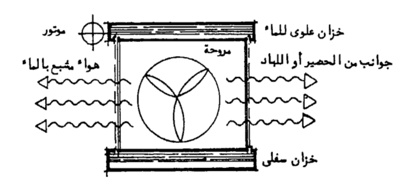
وفى صعيد مصر تستخدم طريقة لترطيب الهواء عن طريق الملقف حيث يعلق إناء من الفخار (جرة أو زير) مملوء بالمياه فى أعلى الملقف وأسفل فتحة دخول الهواء من الخارج ، ويتسرب الماء من مسام الإناء على حصيرة معلقة بفراغ الملقف أو على كمية من الفحم الموضوعة على شبكة حديدية قرب فتحة الملقف السفلية المتصلة بالغرفة ، وبمرور الهواء على الإناء الفخار ثم على الحصيرة أو الفحم المبلل تزداد نسبة رطوبته وتقل درجة حرارته قبل وصوله فى النهاية إلى الغرفة (شكل ٨٤) .



شكل ٨٤ : استخدام الملقف فى ترطيب الهواء

أما فى البيوت الإسلامية فقد وضعت الفسقية فى مجرى الهواء الخارج من الملقف لنفس الغرض . وتطبيق هذه الفكرة لترطيب الجو لا يستلزم بالضرورة وجود ملقف ، إذ يكتفى بوضع السطح المبلل فى مسار الهواء الطبيعى . وقد يكون هذا السطح حصيرة مشدودة على إطار خشبى تسيل عليها المياه باستمرار بواسطة رشاش ، ويمكن الاستعانة بمروحة صغيرة لتحريك الهواء .

ويعتبر المرطب الصحراوى Desert Cooler من الأجهزة المبسطة المستخدمة فى ترطيب الهواء . وهو يتكون من صندوق أبعاده ٦٠ × ٦٠ سم أو ٨٠ × ٨٠ سم وبسمك حوالى ٤٠ سم ، ويمثل سقفه وقاعدته خزانَىْ مياه ، أما الجوانب فهى من الحصير المشدود على إطار خشبى وداخل الصندوق مروحة (شكل ٨٥) . ويسيل الماء من الخزان العلوى ليبلل الحصير ، وتحرك المروحة الهواء ليخرج رطباً إلى الغرفة بعد مروره على الحصير المبلل . وتجمع بقية الماء السائل فى الخزان السفلى حيث يعاد رفعه إلى الخزان الأعلى بواسطة موتور صغير فيقلل بذلك من استهلاك الماء . ويمكن استبدال الحصير بالخيش أو الكارينا وغيرها من المواد المسامية .



شكل ٨٥ : فكرة المرطب الصحراوى

الطرق المستخدمة خارج المبنى :

وفيها يتم تزويد الهواء بالرطوبة قبل دخوله إلى المبنى ، ولا تخرج هذه الطرق فى أساسيتها عن الطرق المستخدمة داخلياً للترطيب .

وبما أنه قد يكون من الصعب توفير مسطحات كبيرة مرشوشة بالماء ، يمكن أن يقوم الغلاف الخارجى للمبنى من أسطح وحوائط بهذه الوظيفة وأيضاً الأرض المحيطة به حيث يتم رشها وذلك بشرطين أولهما توفر الماء بصورة غير مكلفة ، وثانيهما معالجة الحوائط والأسطح ضد الرطوبة خلف الطبقة الخارجية المرشوشة .

ويمكن الحصول على درجة معقولة من الرطوبة بوساطة رش النباتات المحيطة بالمبنى واستخدام أحواض المياه ووضعها فى مسار الرياح السائدة حيث تحمل بالرطوبة قبل دخولها إلى المبنى .

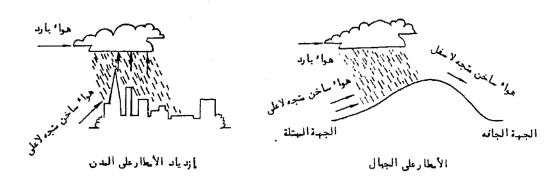
الهطول Precipitation :

يستخدم لفظ الهطول للدلالة على المطر والثلج والبرَد . وينشأ من تجمع حبيبات الماء المتناهية فى الصغر الموجودة فى أعالى السحب على بلورات من الثلج أو الملح فوق سطح البحر أو أية حبيبات أخرى توجد فى الجو أعلى المناطق الصناعية . وتهبط هذه المكونات الكبيرة نسبياً ويتجمع عليها عدد أكبر من حبيبات الماء . وتتوقف طبيعة الهطول بعد ذلك فيما إذا كان ثلجاً أو مطراً على درجات الحرارة السائدة فى الأجزاء العليا من السحابة ، وكذلك على درجات الحرارة السائدة بينها وبين سطح الأرض ، فإذا كانت أغلب هذه الدرجات تحت نقطة التجمد تساقط الثلج وإلا ذابت بلُورات الثلج وهى فى طريقها إلى سطح الأرض وتساقط المطر .

ويتراوح قطر قطرة المطر بين $\frac{١}{٢}$ مم و $\frac{١}{٢}$ ٥ مم . ويعتبر الرقم الأخير الحد الأقصى للحجم بحيث تتعرض أية قطرة مطر تفوق هذا الحجم إلى التفتت إلى أجزاء صغيرة . وتعمل مقاومة الهواء على تحديد السرعة القصوى لهبوط قطرات المطر حسب حجمها ، فالقطرات الصغيرة تهبط ببطء شديد بينما تبلغ سرعة هبوط القطرات الكبيرة حوالى ٨ متر/ثانية .

وتُعلل الرياح سبب هطول الأمطار باتجاه مائل حيث لا تسقط رأسياً إلا عند وجود الرياح الساكنة .

وتتأثر الأمطار مثل أى عنصر آخر من عناصر المناخ بالظروف المحلية ، فهى تزداد فى الأماكن التى تتجه فيها الرياح لأعلى . فعند وجود جبل تزداد كمية الأمطار عن المعدل على الجهة المواجهة للرياح بينما تقل على الجهة الخلفية . كما تؤدى الحرارة المنبعثة من المبانى إلى إتجاه دائم لأعلى لحركة الهواء . ومما يزيد كمية الأمطار على المدن وجود جزيئات عالقة فى الهواء تساعد على تكوين حبيبات الماء (شكل ٨٦) .



شكل ٨٦ : تأثير الظروف المحلية للموقع على الأمطار

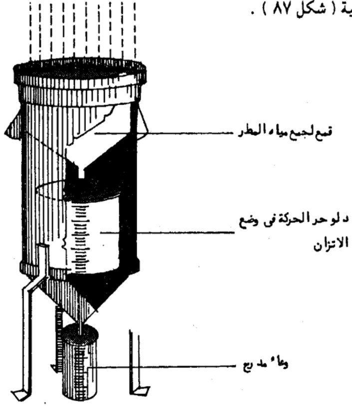
قياس كمية الأمطار :

تستعمل وحدة الـ مم/يوم والـ مم/شهر كوحدة لقياس كمية الأمطار الساقطة ، وهى توضح القيمة الكلية التى تسقط كل يوم أو كل شهر من أشهر السنة . وبأخذ المتوسط على مدى سنين عديدة يمكن استنتاج الهيكل العام لسقوط الأمطار فى المنطقة حيث توضح النهاية العظمى والنهاية الصغرى مدى زيادة أو نقصان الأمطار عن معدلها .

وبالنسبة للجهاز المستخدم فى القياس فإن أى إناء معتدل الجوانب يوضع بعيداً عن الشجر وغيره من الأجسام التى تعوق وصول المطر يمكن أن يؤدى الغرض بنجاح

تام . وإذا كان مسطح الوعاء كبيراً يفرغ فى وعاء آخر مسطح قاعدته $\frac{1}{10}$ الوعاء الأول لكى يمكن الحصول على ارتفاع مناسب لكمية المطر المتساقط تسهل من عملية قراءته لأن المطر الساقط على سطح كبير لا يظهر أثره بوضوح .

والجهاز المستعمل فى محطات الأرصاد يطلق عليه " الدلو الساكب " ، ويتكون من دلو صغير عريض عليه تدريج فى الوسط يوضع تحت القمع الذى يجمع المطر بطريقة تشبه كفة الميزان الحساس فيميل بمجرد أن تتساقط فيه كمية من الماء قدرها $\frac{1}{4}$ مم لتسيل كمية الماء إلى مقياس المطر المثبت فى أسفل الجهاز ، وينجم عن هذا الميل أن يتعرض الجانب الآخر من الدلو تعرضاً مباشراً للقمع الذى يجمع ماء المطر ، فلا يكاد ينزل فيه $\frac{1}{4}$ مم من الماء حتى يميل بدوره . وهكذا يقوم المطر نفسه بعملية السكب داخل الوعاء الأصغر . ويتصل الجهاز كهربائياً بجهاز تسجيل ، حيث ترسم ريشة علامة على لوحة التسجيل كلما مال الدلو وبذلك تتحدد تماماً اللحظة التى تحدث فيها العملية (شكل ٨٧) .



شكل ٨٧ : جهاز قياس كمية الأمطار (الدلو الساكب)

المنطقة الحارة المطرة :

يسقط المطر فى المناطق الاستوائية بغزارة خلال موسمين محددين على مدار السنة . وبالاقتراب من المدارين (الجدى والسرطان) تقل مدة موسمى الأمطار وتقترب المسافة الزمنية بينهما بحيث تنتهى بأن يصبحا موسماً واحداً .

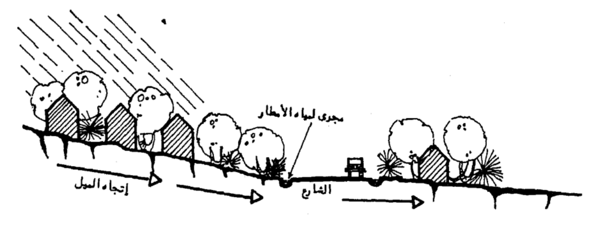
وتسقط الأمطار الاستوائية فجأة وبغزارة شديدة وعادة ما تكون مصاحبة برياح شديدة . ومن الكوارث الطبيعية الناجمة عن الأمطار الفيضانات ، التى قد تعجز أجهزة ونظم الصرف عن مجابهتها . وأكثر أنواع الفيضانات خطورة هى التى تنتج من هطول كميات غزيزة من الأمطار على منابع الأنهار ، وتكون أكثر المناطق تأثراً تلك التى تقع قرب المصب . ومن ضمن الأضرار البالغة لتلك الفيضانات نحر التربة وإغراق الشوارع والميادين وتدمير الحدائق والمناطق الخضراء وقد يصل الأمر إلى إنهيارات المبانى بسبب تداعى الأساسات وتتسبب الأمطار مع نسبة الرطوبة الغالية فى تآكل المعادن ، ويزيد من هذا التأثير وجود الملح عالقاً فى الهواء وذلك فى المناطق الساحلية .

وتجدر الإشارة فى هذا الصدد إلى الاهتمام بدراسة وضع المبانى عندما تكون أرض الموقع ذات انحدارات . إذ يجب أولاً العناية بإيجاد جسور وقنوات كافية لتصريف الأمطار والتحكم فى مجراها ، كما يستحسن وضع المبانى فى صفوف موازية لاتجاه سريان الماء وليس عمودياً عليه (شكل ٨٨) . أما بالنسبة للطرق فيجب ألاّ تكون في اتجاه سريان الماء ، لأن ذلك يؤدى إلى تسهيل عملية اندفاع الماء وزيادة سرعة سريانه مما يؤدى إلى الزيادة فى أخطاره التدميرية .

وتعتبر الأسقف المائلة التى تأخذ بروزاً كبيراً على واجهات المبنى وخاصة المواجهة للرياح من أبرز خصائص مبانى المناطق المطرة بل قد تصبح عناصر تصريف مياه الأمطار والميازيب من ملامح التصميم .

وفى المناطق التى تعتمد أساساً على الأمطار يتم تجميعها فى خزانات كبيرة وتستعمل فى الرى أو الأغراض الأخرى ، ومثال على ذلك الخزانات الرومانية الموجودة على امتداد الساحل الشمالى الغربى لمصر ويطلق عليها تجاوزاً الآبار الرومانية .

أما إذا قلت كمية الأمطار الساقطة كثيراً عن المعدل المعقول فيمكن أن تصاب المنطقة بكارثة الجفاف ما لم يكن هناك مصادر أخرى غير مياه المطر . فيحدث ما يسمى بالجفاف الجزئى إذا لم يتجاوز المعدل اليومى $\frac{1}{٤}$ مم لمدة تصل إلى ٣٠ يوماً متتالية . أما الجفاف التام فيكون عندما يقل المعدل عن $\frac{1}{٤}$ مم لمدة ١٥ يوماً متتالية . وفى بعض البلدان الاستوائية أو المدارية مثل شرق أفريقيا والهند وشمال استراليا ، تؤدى قلة الأمطار التى تتساقط فى مواسم معينة إلى نقص فى الإنتاج الحيوانى والزراعى فتصاب هذه البلاد بالقحط وتنتشر المجاعة .



شكل ٨٨ : وضع المساكن والشوارع بالنسبة لاتجاه انحدار الأرض فى المناطق الممطرة

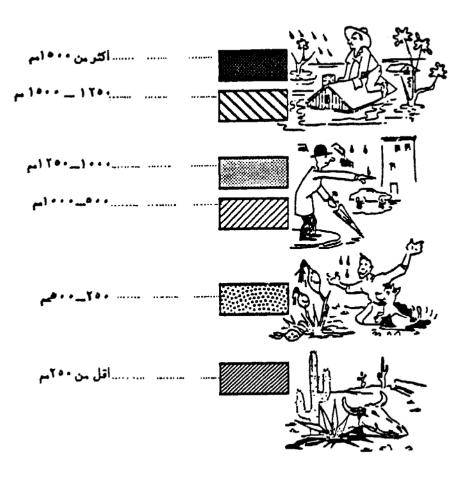
المنطقة الحارة الجافة :

تتميز المناطق الحارة الجافة بندرة الأمطار مما يحول دون خصب أراضيها وتربتها وبالتالى عجزها عن إنتاج النباتات والأشجار وصعوبة زراعتها باستثناء النمو المبعثر لبعض النباتات الخفيفة .

ولا يكاد يتجاوز معدل هطول الأمطار ٢٥٠ مم فى العام وقد تمر بضع سنوات دون سقوط مطر على الإطلاق . وقد تحدث رخات مطر شديدة وقصيرة الأجل مما يؤدى إلى امتلاء الوديان بالسيول المائية المتدفقة فى صورة فيضان خفيف . ويتبخر جزء

كبير من تلك المياه نظراً لجفاف الجو وشدة البخر ، إلا أن ما تمتصه الأرض يبقى فى باطنها فى صورة مياه جوفية تزود المناطق المنخفضة والواحات بالمياه .

ويبين (شكل ٨٩) تأثير كمية الأمطار على شكل النشاط البشرى .



شكل ٨٩ : تأثير كمية الأمطار على النشاط البشرى

الأمطار فى مصر :

تعد منطقة الساحل الشمالى أغزر جهات البلاد مطراً ذلك لأنها أكثر جهات مصر تعرضاً للأعاصير الشتوية الممطرة فضلا عن موقعها المتطرف نحو الشمال . وتأخذ الأمطار فى التناقص سواء نحو الشرق أو الجنوب ، ويرجع هذا إلى فقد الأعاصير التى تصل تلك المناطق لجزء من رطوبتها أثناء مرورها على اليابس .

وتتأثر الأمطار فى المنطقة الشرقية لظروف الضغط المحلى الذى يمتد انخفاضه من شمال البحر الأحمر للركن الجنوبى الشرقى للبحر المتوسط عبر سيناء . وهذا يؤدى إلى حدوث عواصف رعدية فى شرق مصر تسبب سقوط المطر فى فصلى الربيع والخريف بينما يعد الشتاء موسم سقوط المطر على بقية مناطق مصر .

ويتدرج معدل سقوط الأمطار على المناطق المختلفة ، فيبلغ متوسطه ١٦ مم/شهر فى الإسكندرية و ٣,٨ مم/شهر بوسط الدلتا وتمثله طنطا و١,٩٨ مم/شهر فى القاهرة بينما يبلغ ٠٣ر٠ مم/شهر فى أسيوط و ٠٦ر٠ فى الواحات الداخلة .

* * *

الفصل السابع : الإضاءة الطبيعية

- مقدمة
- أشكال الإضاءة الطبيعية
- تعريفات
- المجال البصرى
- التباين
- الزغللة
- مكونات الإضاءة الطبيعية الداخلية
- قياس مركبات الإضاءة الطبيعية الداخلية
  * مركبة السماء
  * المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية
  * المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية
  * العوامل المؤثرة فى مركبات الضوء
- معامل الإضاءة الطبيعية
- توزيع الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ
- تصميم الإضاءة الطبيعية
  * طريقة CIE
  * الطريقة التجريبية
  * اعتبارات هامة فى تصميم الإضاءة
  * اعتبارات خاصة لاستخدام الإضاءة الطبيعية فى المناطق الحارة

الفصل السابع

الإضاءة الطبيعية

مقدمة :

يحقق استخدام الإضاءة الطبيعية Daylight الراحة البصرية والنفسية لدى الكثيرين . فقد دلت الدراسات على تفضيلها على الإضاءة الصناعية حيث تتعدد مميزاتها ، إذ يسبب التوجيه الأفقى للأشعة الضوئية شكلاً معقولاً للظلال وحداً أدنى للانعكاسات المزعجة وإضاءة ممتازة للأسطح الرأسية . كذلك فإن تنوعه التدريجى على مدى ساعات النهار يؤدى إلى تأقلم العين دون مجهود ، فيعتبر هذا تمريناً بصرياً مفيداً ، وفى نفس الوقت بعداً عن ملل الإضاءة الثابتة .

وعلاوة على ذلك تعتبر الإضاءة الطبيعية الوسط الصحيح لمراجعة وتكوين الألوان ، كما أن الحرارة الناتجة عن استعمالها تقل كثيراً عن معظم أنواع الإضاءة الصناعية .

وفى المناطق الحارة تتوافر الإضاءة الطبيعية لفترة طويلة من اليوم .

وتعتبر الإضاءة الطبيعية ناجحة عندما تحقق هدفين أساسيين :

أولهما إنارة الفراغ الداخلى ومحتوياته بطريقة منتظمة تحقق الجمال والراحة النفسية والبصرية .

وثانيهما التركيز على أغراض معينة لتوضيح ملمسها وشكلها ، أو فى حالة وجود نشاط معين مثل القراءة مثلاً يتم إنارة المكان بدرجة تسمح بتأدية هذا النشاط بكفاءة عالية .

وبالتأكيد فإن تحقيق الغرض الثانى يكون أسهل عندما يكون مكان النشاط ثابتاً مثل القراءة أو الكتابة إذ يمكن تحديد أماكن المناضد والمقاعد المثلى بالنسبة لمصدر الضوء ، وبالطبع تزداد العملية صعوبة حينما تتعدد وظائف المكان الواحد .

أشكال الإضاءة الطبيعية :

الشمس هى مصدر الضوء الطبيعى ، وتتوقف شدة الإضاءة فى مكان معين وفى ساعة محددة على زوايا سقوط أشعة الشمس التى تتغير بتغير خط العرض والتاريخ وساعات النهار ، كذلك على الحالة الجوية من حيث وجود سحب أو غبار أو سقوط مطر ، وأيضاً على تأثير خصائص الموقع من حيث وجود حواجز طبيعية أو مصطنعة تؤدى إلى انعكاسات متعددة .

ونتيجة للتغير اللا محدود للعوامل السابقة ، كان من الضرورى تحديد الحالات الرئيسية لأشكال الإضاءة الطبيعية أو ما يطلق عليه حالات السماء المضيئة وهى :

١ - السماء المغطاة كلية بالسحب Completely Overcast Sky

٢ - السماء المغطاة جزئياً بالسحب Partly Cloudy Sky

٣ - السماء الصافية بدون شمس Clear Sky Without Sun

٤ - ضوء الشمس المباشر Direct Sunlight

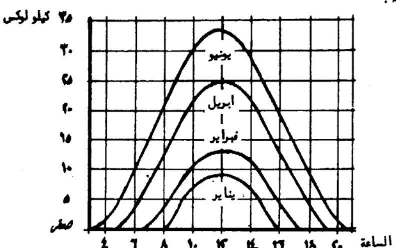
ويمكن تعريف وشرح كل حالة من الحالات الأربع السابقة كما يلى :

١ - *السماء المغطاة كلية بالسحب Completely Overcast Sky :*

وهذه الحالة شبه مستمرة بالنسبة للبلاد التى تقع فى شمال خط عرض ٤٨° مثل إنجلترا والدول الإسكندنافية ، وفيها يكون توزيع شدة لمعان السماء غير منتظم حيث يبلغ عند الأفق $\frac{١}{٣}$ قيمته عند نقطة الأوج Zenith ، وفى هذه الحالة تبلغ شدة الإضاءة على المستوى الأفقى حوالى مرتين ونصف شدة الإضاءة على المستوى الرأسى .

٢ - *السماء المغطاة جزئياً بالسحب Partly Cloudy Sky :*

حتى الآن لم يتم التوصل لطريقة تعبر رياضياً عن توزيع شدة اللمعان لمثل هذا النوع من حالات السماء ، وذلك لتغيرها اللانهائى . ومع ذلك أمكن عن طريق المعلومات الإحصائية التى تسجلها مكاتب الأرصاد عن حالة السماء فى الأماكن المختلفة الوصول إلى جداول أوجدت علاقة بين نسبة السماء المغطاة والقوة الضوئية المناظرة فى أيام معلومة (شكل ٩٠) . وهذه الجداول يمكن تطبيقها على جميع حالات السماء .



شكل ٩٠ : تمثل المنحنيات نسبة السماء المغطاة فى أيام معلومة

٣ - *السماء الصافية بدون شمس Clear Sky Without Sun :*

يمكن اعتبار الفترة قبل ظهور الشمس فى الصباح وبعد غروبها حالة السماء بدون شمس . ولكن المقصود هنا هو الإضاءة التى تصل إلى المبانى من السماء فقط دون التعرض المباشر لأشعة الشمس مثل الواجهات الشمالية والواجهات الشرقية والغربية فى الأوقات التى لا تكون الشمس واقعة عليها . وقد تم فصل حالتى السماء الصافية بالشمس وبدونها (أى الحالة ٣ والحالة ٤) وذلك نظراً لأن شدة لمعان السماء ترتفع كثيراً بوجود الشمس ؛ وهذا النوع من الضوء - أى السماء الصافية بدون شمس - هو المطلوب حيث يحقق انتظاماً فى توزيع الإضاءة .

وفى هذه الحالة يكون توزيع شدة لمعان السماء عكس الحالة الأولى ، حيث تبلغ عند نقطة الأوج $\frac{1}{3}$ قيمتها عند الأفق .

٤ - *ضوء الشمس المباشر Direct Sunlight* :

فى المناطق الاستوائية بالإمكان أن تصل شدة الاستضاءة لهذه الحالة إلى ١٠٠٠٠٠ لوكس وفى حالة ضوء الشمس المباشر تكون الأشعة الضوئية موحدة فى الاتجاه ، والظلال حادة والتباين شديد ، وتصبح الأسطح العاكسة المحيطة مصدراً للزغللة .

وهذا النوع من الإضاءة غير مفضل سواء بسبب عدم الراحة البصرية التى يسببها أو بسبب الحرارة التى تصاحبه . وتكون معالجته والتحكم فيه بوساطة الطرق السابق ذكرها (أنظر الفصل الثانى) .

تعريفات :

القوة الضوئية Luminance or luminous flux or Brightness

وهى كمية الضوء التى يشعها أو ينقلها أو يعكسها المصدر وتقاس " باللومن " Lumen .

شدة الإضاءة Illuminance

وهى كمية الضوء الساقطة على وحدة مساحة وتقاس " باللوكس Lux " ، وعلى هذا فإن ١ لوكس = ١ لومن/م^{٢} .

ولا يمكن تقدير شدة الإضاءة ذاتها إلا بمقدار إضاءة أو إعتام السطح التى تسقط عليه . وتؤثر زاوية سقوط الأشعة الضوئية وزاوية انعكاسها إلى حد ما فى شدة الإضاءة .

قوة العكس Reflectance

وهى تتدرج من ١ فى سطح يعكس كل الأشعة الضوئية التى تسقط عليه إلى صفر فى سطح يمتص كل الأشعة الساقطة عليه ، كما يمكن أن يعبر عن هذه القيم

بالنسب المئوية ويبين الجدول التالى قوة العكس لبعض مواد نهو الأسطح الداخلية للفراغ (جدول ٤) .

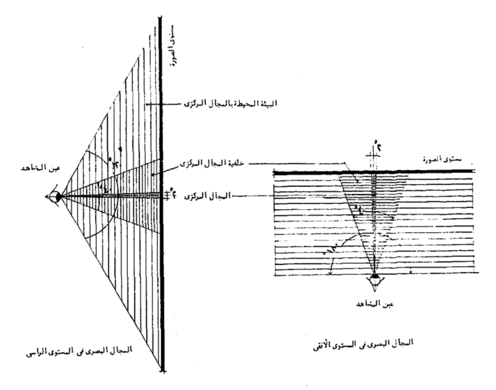
جدول (٤)

السطح	قوة العكس	مواد النهو المستخدمة
الأسقف	٨ر.	دهان أبيض عالق بالماء على سطح بياض عادى .
	٧ر.	دهان أبيض عالق بالماء على ترابيع إكوستوب .
	٦ر.	دهان أبيض عالق بالماء على خرسانة ظاهرة .
	٥ر.	دهان أبيض عالق بالماء على سقف خشبى .
الحوائط	٨ر.	دهان أبيض عالق بالماء على سطح بياض عادى أو على بلاطات مصقولة .
	٤ر.	ألواح أسبستوس أسمنتية ، أو خرسانة أسمنتية ناعمة .
	٣ر.	طوب مبانى أو واجهات .
	٢٥ر.	خرسانة أسمنتية على لونها غير معالجة .
		ألواح خشب ماهوجنى أو قرو .
	٢ر.	ألواح خشب التيك .
	١٥ر.	طوب مبانى أو حجر بازلتى .
الأرضيات	٣٥ر.	أرضية خشب موسكى .
	٢٥ر.	أرضية خشب قرو .
	٢ر.	أرضية خشب تيك .
	١ر.	بلاطات أرضية خشنة ، طوب رصف أحمر .

وكلما ازدادت قوة عكس الأسطح الداخلية لفراغ قل امتصاص الضوء مما يؤدى إلى انخفاض الكمية المطلوبة لإضاءة الفراغ . ومن الأسطح ما يعكس الأشعة موزعة مثل الورق المصقول ، ومنها ما يعكس الأشعة دون توزيع مثل المرآة .

المجال البصرى Visual Field :

ويحتوى على مجال الرؤية Field of Vision ، وهى المساحة المرئية عند تثبيت كل من العينين والرأس ، ثم مجال النظر Field of View وهى المساحة التى يمكن رؤيتها عند تحريك العينين مع الاحتفاظ بالرأس ثابتة (شكل ٩١) .



شكل ٩١ : المجال البصرى

ويستعمل لفظ المجال البصرى أيضاً للتعبير عن مجال الرؤية الذى ينقسم إلى ثلاث مناطق :

أ - المجال المركزى : وينحصر فى زاوية رؤية مقدارها ٢° وذلك عند تركيز النظر على شىء ما بعينه .

ب - خلفية المجال المركزى : وتنحصر فى زاوية رؤية مقدارها ٤٠° وهى المنطقة الخلفية لنقط التركيز .

جـ - البيئة المحيطة بالمجال المركزى : وتصل إلى زوايا رؤية رأسية مقدارها ١٢٠° وأفقية مقدارها ١٨٠° ، وهى الصورة العامة أو البانوراما التى تراها العين دون تركيز .

التباين Contrast :

تتطلب الراحة والكفاءة البصرية توزيعاً جيداً للتباين فى مجال الرؤية . إذ يجب أن يحظى الغرض وموقعه فى المجال المركزى بدرجة أعلى من الإضاءة عن البيئة المحيطة . وإن لم يحدث هذا فإن الغرض يتداخل مع الخلفية والبيئة المحيطة ، ويصبح على العين أن تبذل مجهوداً لرؤيته مما يسبب تعبها . ومع ذلك يجب ألا يبالغ فى هذا التباين.

ويبين الجدول التالى نسباً مقترحة لشدة الإضاءة فى مناطق مجال الرؤية الثلاث.

	المجال المركزى		خلفية المجال المركزى		البيئة المحيطة
الحد الأدنى	٥	:	٢	:	١
الحد الأقصى	١٠	:	٣	:	١

الزغللة Glare :

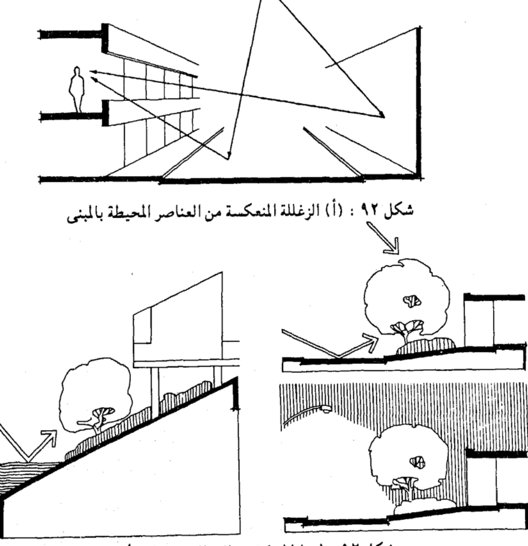
تحدث الزغللة نتيجة عاملين هما التباين والتشبع ، فعندما تزيد درجة التباين فى مجال الرؤية عن ١ : ١٠ أو عندما تزيد شدة إضاءة الغرض عن ٢٥٠٠٠ لوكس يحدث انخفاض فى القدرة على الرؤية لأن تأقلم العين لشدة الإضاءة يتم فى مدى معين ، وينتج عن ذلك إرهاق للعين وعدم قدرة على رؤية المنطقة الأقل إضاءة .

وهناك نوعان من الزغللة ، النوع الأول يعوق الرؤية Disability Glare وليس من الضرورى أن يسبب تعباً للعين ، والنوع الثانى يرهق العين Discomfort Glare ، وليس من الضرورى أيضاً أن يقلل من كفاءة الرؤية ، وقد يجتمع النوعان .

ومن الأمثلة التقليدية للنوع الأول الشباك الموجود فى نهاية ممر معتم يجعل من الصعب رؤية ملامح أى شخص أو تفاصيل الأشياء أمام الشباك .

أما النوع الثانى فيمثله الأشعة المنعكسة من بركة مياه مثلاً على واجهة تؤدى إلى إرهاق عين المشاهد الموجود بها حتى لو كانت هذه الواجهة شمالية .

ولا يتم علاج الزغللة أو تلافيها بالحسابات ، بل بالوضع السليم لعناصر التصميم وتنسيق الموقع من برك مياه وأشجار ومسطحات خضراء (شكل ٩٢) . ويتوقف الحد المقبول للزغللة على نوع النشاط أو الغرض فيقل كلما زادت الدقة المطلوبة . كما تتوقف قوة الإضاءة المقبولة على نوعية مجال النظر ، ففى حالة مسطحات ممتدة قد تكون ١٠٠٠٠٠ لوكس مقبولة ، لكنها تصبح غير محتملة فى حالة شاطىء ذى رمال بيضاء .



شكل ٩٢ : (أ) الزغللة المنعكسة من العناصر المحيطة بالمبنى

شكل ٩٢ : (ب) الحماية من الزغللة بوساطة الأشجار

مكونات الإضاءة الطبيعية الداخلية :

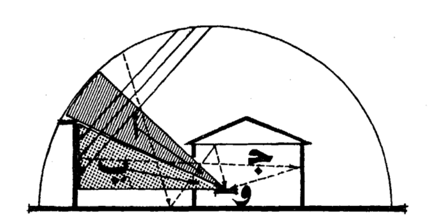
يمكن تحليل ضوء النهار الذى يصل إلى نقطة فى الفراغ الداخلى إلى ثلاثة مركبات Components (شكل ٩٣) .

١ - مركبة السماء (Sky Component (SC وهو الضوء الصادر من الجزء المرئى من السماء فى هذه النقطة .

٢ - المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية Externally Reflected Component (ERC) وهو الضوء المنعكس من أسطح واجهات المبانى الخارجية المقابلة .

٣ - المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية Internally Reflected Component (IRC) وهو الذى يصل إلى النقطة بعد دخوله من النافذة وانعكاسه على الأسطح الداخلية .

ويُعلل هذا التحليل إلى العناصر الثلاثة بوجود مؤثرات خارجية مختلفة لكل عنصر على حدة .



شكل ٩٣ : مكونات الإضاءة الطبيعية لنقطة (و)

(أ) مركبة السماء

(ب) المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية

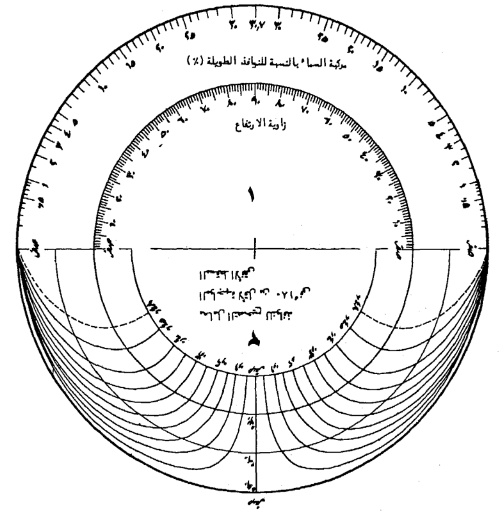
(جـ) المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية

قياس مركبات الإضاءة الطبيعية الداخلية :

مركبة السماء :

ويتم إيجادها بيانياً وتستخدم فى ذلك منقلة خاصة (شكل ٩٤) ، حيث تنقسم إلى جزأين - الأعلى رقم ١ وهو خاص بقياس مركبة السماء فى القطاع الرأسى للغرفة وعليه تدريجان ، الداخلى يقيس زاوية الارتفاع والخارجى يقيس مركبة السماء.

أما الجزء الأسفل رقم ٢ فهو خاص بتصحيح الخطأ الناجم عن تغير عرض الشباك وذلك فى المسقط الأفقى .



شكل ٩٤ : منقلة الإضاءة الطبيعية

ويتبع الخطوات التالية فى القياس (شكل ٩٥) :

١ - يرسم قطاع رأسى فى الغرفة عمودى على مستوى الشباك .

٢ - يحدد مستوى النشاط فى نقطة معلومة يرمز لها (و) وهى المطلوب قياس المركبة بها .

٣ - يتم توصيل النقطة (و) بجلسة الشباك (جـ) ، وبعتب الشباك (ع).

٤ - توضع المنقلة بحيث ينطبق مركزها مع النقطة (و) وتنطبق قاعدتها مع الخط الأفقى المار بمستوى النشاط Working Plane .

- تقرأ القيم حيث يقطع الخطان (ع و) ، (جـ و) التدريج الخارجى للمنقلة ليكون الفرق هو مركبة السماء .

- يمكن الحصول على متوسط زاوية ارتفاع الأشعة الضوئية بقراءة القيم على التدريج الداخلى للمنقلة وجمعها ثم قسمتها على ٢ لإعطاء المتوسط (أنظر المثال على الشكل) .

معامل التصحيح أو القياس فى المسقط الأفقى :

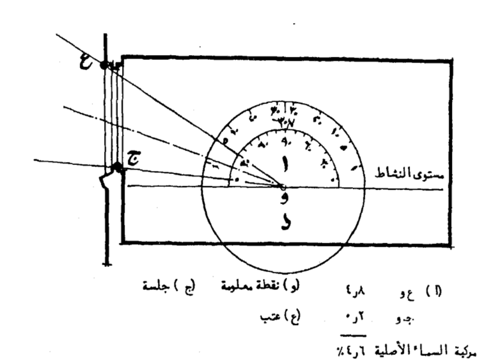
يلاحظ أن القياس السابق يعطى مركبة السماء بالنسبة لشباك معلوم الارتفاع (فى القطاع الرأسى) ولكن غير محدد العرض (فى المسقط الأفقى) ، ولإيجاد معامل التصحيح يستعمل الجزء الأسفل رقم ٢ من المنقلة ، ويتبع فى ذلك الخطوات التالية :

١ - يرسم مسقط أفقى للحجرة مع تحديد فتحة الشباك والنقطة (و) .

٢ - توصل النقطة (و) بنهايتى الشباك (م) ، (ن) .

٣ - توضع المنقلة بحيث ينطبق مركزها مع النقطة (و) وتوازى قاعدتها خط الشباك بحيث تكون القراءات مواجهة للشباك .

٤ - يرسم على المقياس من صفر إلى ٩٠° نصف دائرة وهمى (منقط)



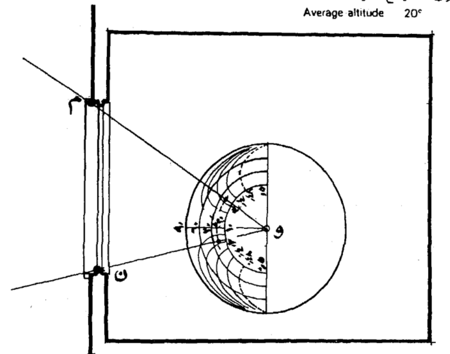
(ا) ع و ٨ر٤ (و) نقطة معلومة (ج) جلسة

جـ و ٢ر٠ (ع) عتب

مركبة السماء الأصلية ٦ر٤٪

زاوية الارتفاع المتوسطة = ٢٠°

Average altitude 20°



(ب) طريقة استعمال معامل التصحيح من المسقط الأفقي

تؤخذ القراءة على الدائرة ٢٠°

م و ٣٢ر٠

ن و ١٨ر٠

معامل التصحيح ٥٠ر٠

مركبة السماء الفعلية: ٦ر٤ × ٥ر٠ = ٣ر٢٪

شكل ٩٥ : قياس مركبة السماء

ليحدد زاوية الارتفاع السابق إيجادها فى القياس على القطاع الرأسى (وهى هنا ٢٠°) .

٥ - تحدد نقط تقاطع نصف الدائرة المنقطة مع (م و) ، (ن و) وتقرأ قيمتها على المنحنيات المبينة على المقياس الداخلى .

فيكون معامل التصحيح هو :

- مجموع القراءتين ، إذا كانت نقطتا التقاطع تقعان على جانبىْ محور المنقلة الأفقى .
- أو فرق القراءتين ، إذا كانت نقطتا التقاطع تقعان على جانب واحد فقط من المحور ويعطى حاصل ضرب معامل التصحيح فى مركبة السماء الأصلية (من القياس الأول) المركبة الخاصة بالشباك المعلوم عرضه وارتفاعه .

المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية :

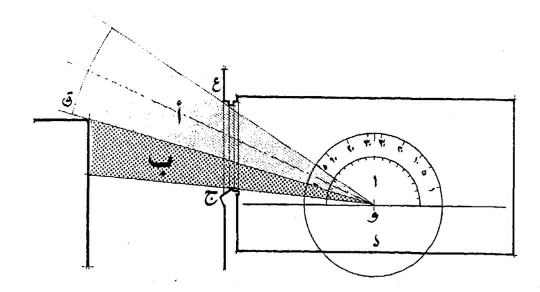
وتستعمل بها نفس المنقلة السابقة (شكل ٩٦) .

إذا كان هناك عائق أمام الشباك ، يكون الحد الأسفل لمركبة السماء خطاً مستقيماً يرسم من النقطة (و) إلى أعلى نقطة فى هذا العائق . ويمثل الجزء المحصور بين هذا المستقيم والمستقيم (جـ و) الواصل بين الجلسة والنقطة (و) المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية ، وتتم قراءته على التدريج الخارجى مثل ما تم فى قياس مركبة السماء ويطبق التصحيح بنفس الطريقة السابق ذكرها .

المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية :

لتبسيط قياس هذه المركبة وبعيداً عن الطرق الحسابية تم إعداد مقياس خاص لإيجاد متوسطات المركبة المنعكسة الداخلية لضوء النهار (شكل ٩٧) وذلك باتباع الخطوات التالية :

١ - إيجاد نسبة مسطح الشباك إلى المسطح الكلى (السقف + الأرضية + الحوائط بما فيها الشبابيك) ثم توقيعها على المقياس (أ) .



شكل ٩٦ : قياس المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية

(أ) مركبة السماء (ب) المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية

(ق) أعلى نقطة فى العائق

تؤخذ القراءات كالتالى :

وع ← ٤,٨ ، وق ← ٠,٩ ، وج ← ٠,٢

مركبة السماء (أ) = ٤,٨ - ٠,٩ = ٣,٩٪

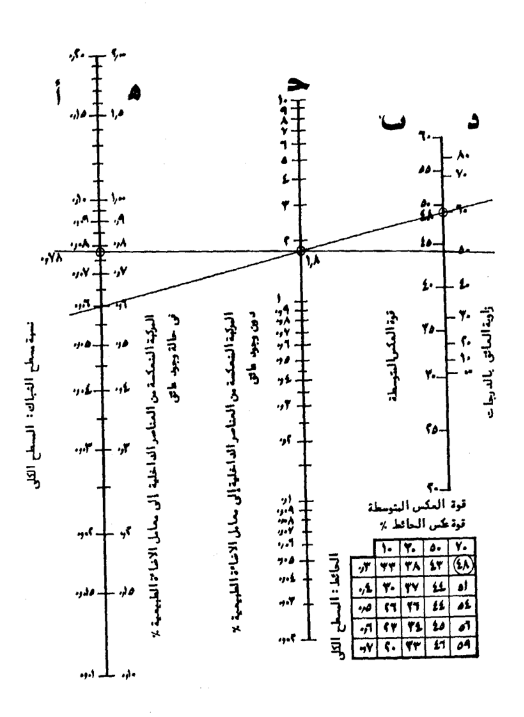
المركبة المنعكسة (ب) = ٠,٩ - ٠,٢ = ٠,٧٪

٢ - إيجاد متوسط قوة العكس باستخدام الجدول الموجود بالمقياس ، ويكون ذلك بإيجاد نسبة مسطح الحائط موضع الدراسة بالنسبة للمسطح الكلى وتوقيعه على العمود الأفقى ، ثم إيجاد قوة العكس (٪) لمادة نهو الحائط (راجع جدول ٤) وتوقيعها على العمود الرأسى ، ثم قراءة القيمة المطلوبة من تلاقى الرقمين فى الجدول .

٣ - توقع القيمة الناتجة من الخطوة السابقة على المقياس (ب) .

٤ - رسم مستقيم يصل بين القيمتين على (أ) ، (ب) فيعطى تقاطعه مع المقياس (جـ) قيمة المركبة المطلوبة .

٥ - فى حالة وجود عائق خارجى تحدد زاوية ارتفاع أعلى نقطة بالعائق على المقياس (د) .



الحائط : السطح الكلي	٧٠	٥٠	٣٠	١٠
٠,٣	٤٨	٤٣	٣٨	٣٣
٠,٤	٥١	٤٤	٣٧	٣٠
٠,٥	٥٤	٤٤	٣٦	٢٦
٠,٦	٥٦	٤٥	٣٤	٢٣
٠,٧	٥٩	٤٦	٣٣	٢٠

شكل ٩٧ : قياس المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية

٦ - رسم مستقيم يصل بين النقطة الموجودة على المقياس (د) والنقطة التى تم إيجادها على المقياس (جـ) من خطوة رقم ٤ ، وتحدد نقطة تقاطع هذا المستقيم مع المقياس (هـ) المركبة المنعكسة المعدلة .

بفرض أن :

نسبة مسطح الشباك : المسطح الكلى = ٦ر٠

نسبة الحائط موضع الدراسة : المسطح الكلى = ٣ر٠

قوة عكس الحائط = ٧ر٠

زاوية العائق الخارجى = ٥٠٪

∴ قوة العكس المتوسطة = ٤٨٪ (من الجدول)

، المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية دون اعتبار العائق = ١,٨٪ (من المقياس جـ)

، المركبة المعدلة المنعكسة من العناصر الداخلية باعتبار العائق = ٠,٧٨٪ (من المقياس هـ)

العوامل المؤثرة فى مركبات الضوء :

وتتأثر المركبات الثلاث السابق ذكرها بثلاثة عوامل يجب أخذها فى الاعتبار عند التصميم وهى :

أ - عوامل الصيانة (ص) Maintenance Factor ، أى نظافة الزجاج ومعالجة أية أسباب أخرى تؤثر على درجة نقاء شفافيته ، والجدول التالى يوضح هذا المعامل فى منطقة صناعية نظيفة وأخرى ملوثة :

جدول (٥) : معامل الصيانة للزجاج

الموقع	زاوية الميل	استخدام الغرفة	
		صناعة نظيفة أو أى غرض آخر	صناعة ملوثة
منطقة صناعية نظيفة	رأسية	٩ر.	٨ر.
أو منطقة غير صناعية	مائلة	٨ر.	٧ر.
	أفقية	٧ر.	٦ر.
منطقة صناعية ملوثة	رأسية	٨ر.	٧ر.
	مائلة	٧ر.	٦ر.
	أفقية	٦ر.	٥ر.

ب - عامل الزجاج (ز) Glass Factor ، ويطبق على أنواع الزجاج غير الشفافة ، والجدول التالى يوضح هذا المعامل :

جدول (٦) معامل الزجاج غير الشفاف

نوع الزجاج	المعامل
زجاج مصنفر نمره ١	١ر..
زجاج مصقول مسلح بأسلاك رفيعة	٩٥ر.
زجاج مسلح بأسلاك رفيعة	٩٠ر.
زجاج مموج غير مصقول	٩٥ر.
زجاج ملون	١ر..
زجاج معشق	٨٠ر. - ٩٥ر.
زجاج ٦ مم ضد الشمس	٨٥ر.
زجاج ٦ مم كالوركس	٥٥ر.
زجاج عادى مزودج	٨٥ر.
ألواح بلاستيك شفافة	٦٥ر. - ٩٠ر.

جـ - القضبان وحلوق الشبابيك أو أية عوائق يمكن أن تقلل من المسطح المؤثر للشباك وعموماً يستخدم القانون :

$$\text{معامل القضبان (ق)} = \frac{\text{المسطح الصافى للزجاج}}{\text{المسطح الكلى للشباك}}$$

وفى حالة عدم توفر معلومات دقيقة يؤخذ معامل القضبان (ق) كالتالى :

نوع مادة الشباك	المعامل (ق)
حلق وعضم الشباك من المعدن (كريتال أو ألومنيوم)	٨٠ر. - ٨٥ر.
عضم الشباك كريتال أو ألومنيوم على حلق خشب	٧٥ر.
حلق وعضم الشباك من الخشب	٦٥ر. - ٧٠ر.

فإذا كانت محصلة القوة الضوئية ϕ ، تكون القوة الضوئية الفعلية التى دخلت الغرفة ϕ' هى :

$\phi' = \phi$ × ص (معامل الصيانة) × ز(معامل الزجاج) × ق(معامل قضبان)

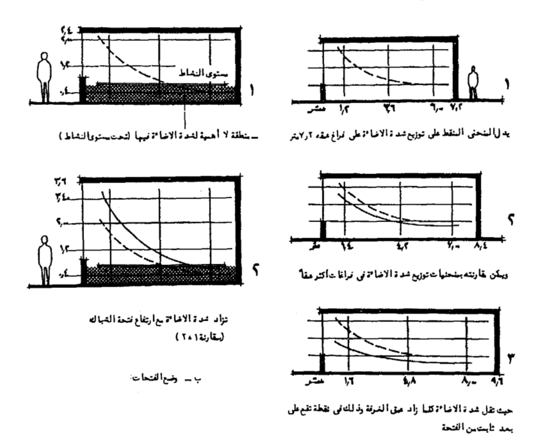
وبقسمة القوة الضوئية الفعلية ϕ' على مسطح الغرفة يمكن الحصول على متوسط شدة الإضاءة .

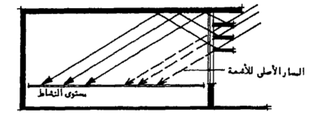
ويتوقف التوزيع الفعلى لشدة الإضاءة داخل الغرفة على الآتى :

١ - عمق الغرفة ، حيث تقل شدة الإضاءة كلما بعدت المسافة عن الشباك وعموماً يمكن الاعتماد على الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ حتى مسافة ٦ر- إلى ٥٠ر٧ متر من مصدر الضوء (شكل ٩٨ أ) وهذا يتوقف لها أساساً على شكل الفتحات ومسطحها .

٢ - وضع الفتحات : يسمح الشباك ذو الارتفاع الكبير للضوء بالدخول إلى عمق داخل الغرفة أكبر من ذلك الذى يسمح به شباك ذو ارتفاع صغير بنفس الحجم (شكل ٩٨ ب) ويمكن استخدام العواكس فى إسقاط

الأشعة الضوئية إلى مسافات أعمق داخل الفراغ وذلك بعكسها على السقف (شكل ٩٨ جـ) .

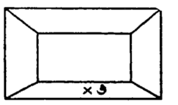




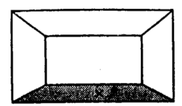
شكل ٩٨ : علاقة شكل الفتحات بإضاءة الفراغ الداخلى

٣ - نهو الأسطح الداخلية : وهو من أهم العوامل التى تساعد على التحكم فى الضوء ، فالأسطح ذات الألوان الفاتحة تعكس الضوء وتوزعه بانتظام كما تقلل من شدة اللمعان الذى قد يكون متعباً للعين . ويشكل السقف

أهم عنصر مؤثر فى توزيع الإضاءة المنعكسة ومن المستحب أن يكون فاتح اللون أو أبيض ، أما الأرضية فهى ليست بذات تأثير كبير وهى بذلك تعطى الحرية للمصمم فى استعمال الألوان الغامقة مع مراعاة تجنب التباين الشديد المرهق للعين (شكل ٩٩) .

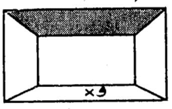



ـ جميع الاسطح الداخلية بيضاء وشدة الاضاءة فى النقطة و = ١٠٠٪

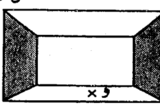


ـ الأرضية غامقة ، شدة الاضاءة فى (و) = ٦٨٪

ـ الحائط الخلفى غامق ، شدة الاضاءة فى (و) = ٥٠٪ من تلك فى الغرفة ذات الاسطح البيضاء



ـ السقف غامق ، شدة الاضاءة فى (و) = ٣٩٪



ـ الحوائط الجانبية غامقة ، شدة الاضاءة فى (و) = ٦٢٪

شكل ٩٩ : تأثير لون نهو الأسطح الداخلية على شدة الإضاءة

معامل الإضاءة الطبيعية Daylight Factor :

نظراً لتغير شدة الإضاءة على مدى ساعات النهار ، لجأت بعض الطرق لإيجاد نسبة مجردة لتكون أساساً لتصميم الإضاءة الطبيعية . وهذه النسبة هى معامل الإضاءة الطبيعية .

ويُعرف معامل الإضاءة الطبيعية بأنه نسبة شدة الإضاءة فى نقطة داخل الفراغ إلى شدة الإضاءة خارجه فى نفس اللحظة ويُعبر عنه بنسبة مئوية .

فإذا كانت (ϕ داخل) هى شدة الإضاءة بالداخل

و (ϕ خارج) هى شدة الإضاءة بالخارج

يكون معامل الإضاءة الطبيعية (ط) = $\frac{\text{داخل}}{\text{خارج}} \times ١٠٠$

وعند معرفة معامل الإضاءة الطبيعية (ط) يمكن بمعلومية شدة الإضاءة الخارجية حساب شدة الإضاءة الداخلية .

مثال : (ط) = ٨٪

ϕ خارج = ٦٠٠٠ لوكس

ϕ داخل = $\frac{٨ \times ٦٠٠٠}{١٠٠}$ = ٤٨٠ لوكس

توزيع الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ :

أولا : فى المسقط الأفقى (شكل ١٠٠)

يمكن معرفة توزيع الإضاءة الطبيعية على المستوى الأفقى فى غرفة باتباع الخطوات التالية :

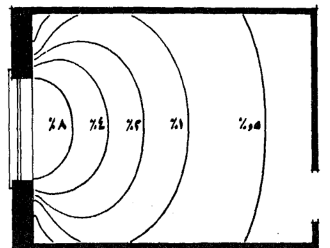
١ - رسم شبكية منتظمة على المسقط الأفقى للغرفة وتحديد نقط التقاطع .

٢ - حساب شدة الإضاءة الداخلية لكل نقطة وذلك بجمع مركباتها مع أخذ العوامل المؤثرة (ص ، ز ، ق) فى الاعتبار وذلك كما سبق شرحه .

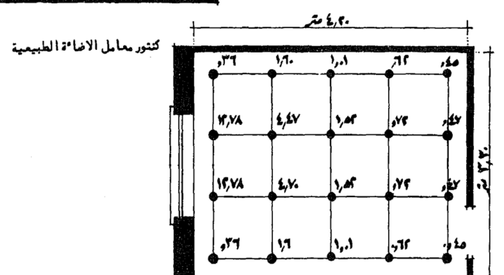
٣ - قياس شدة الإضاءة الخارجية بواسطة جهاز " لا يتميتر " Light meter .

٤ - حساب معامل الإضاءة الطبيعية (ط) لكل نقطة .

٥ - توصيل النقط المتحدة فى معامل الإضاءة الطبيعية للحصول على شكل توزيع الإضاءة الطبيعية أو كنتور الإضاءة الطبيعية Daylight Factor Contours .



كنتور معامل الاضاءة الطبيعية



— شدة الاضاءة فى نقط على شبكية منتظمة

شكل (١٠٠) : توزيع الإضاءة الطبيعية فى المسقط الأفقى

وهذا الشكل يسمح بتحديد المواضع التى لا تحقق إضاءة كافية للنشاط المطلوب ومعالجتها سواء بتعديل تصميم الفتحات أو بإضافة إضاءة صناعية .

والجدول التالى يوضح العلاقة بين معامل الإضاءة الطبيعية والأنشطة المختلفة .

جدول ٧ معامل الإضاءة الطبيعية الأدنى والمتوسط لبعض عناصر المبانى

المبنى ومكان النشاط	متوسط معامل الإضاءة الطبيعية	الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية	مكان القياس
* مبنى المطار ، محطة أتوبيسات			
صالة الاستقبال	٢	٠,٦	مستوى الكاونتر
صالة الجمرك	٢	٠,٦	الكاونتروالمكاتب
الممرات وأماكن الانتظار	٢	٠,٦	مستوى النشاط
* صالات الاجتماعات والموسيقى			
الفواييه ، والصالة	١	٠,٦	مستوى النشاط
الممرات	٢	٠,٦	مستوى الأرضية
السلالم	٢	٠,٦	مستوى الدرج
* البنوك			
الكاونتر ، صالة الآلة الكاتبة والحاسبات (كمبيوتر)	٥	٢	مستوى المكاتب
صالة الجمهور	٢	٠,٦	مستوى النشاط
* المكاتب الهندسية			
صالات الرسم	٥	٢,٥	مستوى طاولة الرسم
* المستشفيات			
صالة الاستقبال والانتظار	٢	٠,٦	مستوى النشاط
أجنحة النوم	٥	١	بارتفاع مستوى السرير
جناح العمليات والكشف	٥	٢,٥	مستوى النشاط
معامل التحاليل	٥	٢	مستوى الاختبار

جدول ٧ (بقية)

المبنى ومكان النشاط	متوسط معامل الإضاءة الطبيعية	الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية	مكان القياس
* المتاحف وصالات العرض			
الصالات بصفة عامة	٥	١	مستوى النشاط
غرف المكاتب	٥	٢	مستوى المكتب
صالات الآلة الكاتبة وأجهزة الكمبيوتر	٥	٢,٥	مستوى المكتب
* المكتبات			
صالات القراءة والمراجع	٥	٢,٥	مستوى طاولة القراءة
أرفف الكتب	–	١,٥	مستوى رأسى
* المدارس وكليات الجامعة			
صالة المحاضرات	١	٠,٣	مستوى النشاط
الفصول الدراسية	٥	٢	مستوى طاولة الكتابة
المرسم	٥	٢	حامل الرسم
المعامل	٥	٢	مستوى طاولة التجارب
الغرف العامة وهيئة التدريس	٥	١,٥	مستوى النشاط
صالات الرياضة المغلقة	٥	٣,٥	مستوى النشاط
* حمامات السباحة المغطاة			
حوض الحمام	٥	٢	مستوى المياه فى الحوض
المنطقة المحيطة بالحوض	١	٠,٥	مستوى النشاط

أما بالنسبة للمبانى السكنية ، فالجدول التالى يوضح أدنى معامل للإضاءة الطبيعية (min (DF% ينصح به وذلك للعناصر المختلفة للوحدة السكنية (جدول ٨) .

جدول ٨ الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية لعناصر الوحدات السكنية

العنصر ومكان النشاط	الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية ٪
* صالة المعيشة ما يزيد عن $\frac{١}{٢}$ عمق الغرفة ، ولكن بمساحة توزيع ٧ م٢ كحد أدنى .	١
* غرفة النوم ما يزيد عن $\frac{٣}{٤}$ عمق الغرفة ، ولكن بمساحة توزيع ٥,٥ م٢ كحد أدنى .	٠,٥
* المطبخ ما يزيد عن $\frac{١}{٢}$ عمق الغرفة ، ولكن بمساحة توزيع ٤,٥ م٢ كحد أدنى .	٢

ملاحظة :

تم تحديد الحد الأدنى للمعامل (min (DF% بفرض قوة العكس التالية :

٤ر٠ للحوائط ، ١٥ر٠ للأرضية ، ٧ر٠ للأسقف

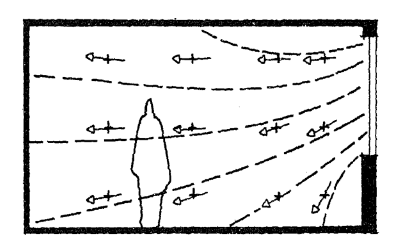
ثانيا : فى المستوى الرأسى (شكل ١٠١) :

يستعمل جهاز مقياس شدة الإضاءة الفراغى Spatial Illuminance meter فى تحديد مقدار واتجاه الأشعة الضوئية ، وتتبع الخطوات التالية :

١ - يتم توقيع المتجهات Vectors الممثلة للأشعة على شكل أسهم صغيرة فى القطاع الرأسى .

٢ - يرسم منحنى مماس لتلك المتجهات ليمثل شكل انسياب الضوء داخل الفراغ .

٣ - عند وجود أكثر من مصدر ضوئى تضاف المتجهات بالطريقة العادية .



شكل ١٠١ : توزيع شدة الإضاءة فى القطاع

تصميم الإضاءة الطبيعية :

تتعدد وسائل حساب شدة الإضاءة الطبيعية أثناء مرحلة التصميم ، فتبدأ من القوانين المبسطة لتصل إلى برامج الكمبيوتر المعقدة . وتتوقف كمية المعلومات المطلوبة للتصميم على مدى تعقيد الطريقة المتبعة . والمطلوب فى جميع الأحوال الوصول إلى مسطح ووضع وشكل الفتحات الذى يعطى شدة إضاءة مناسبة للغرض المطلوب . وعلى العكس من الإضاءة الصناعية حيث يجب تدخل الاستشاريين

المتخصصين فى معظم الأحوال ، فإنه فى حالة تصميم الإضاءة الطبيعية من حيث تحديد المتغيرات المؤثرة عليها مثل وضع الفتحات وأحجامها وأنواع المواد المستخدمة فتكون هذه مهمة المعمارى بالدرجة الأولى .

ولتصميم الإضاءة الطبيعية يمكن استعمال إحدى الطريقتين التاليتين :

١ - طريقة CIE وهى اختصار لـ Commission Internationale de L'Eclairage أى لجنة الإضاءة الدولية .

٢ - الطريقة التجريبية أو طريقة السماء الاصطناعية .

وفيما يلى شرح مبسط لطريقة استعمال كلتا الطريقتين :

أولا : طريقة CIE :

وهى من وضع وتطوير دكتور " ا. دريسلر " بأستراليا ، وتم نشرها فى عام ١٩٧٠ . وتعتمد فى أساسها على معامل الإضاءة الطبيعية " ط " السابق شرحه .

وقد أعد الدكتور دريسلر أكثر من مائة منحنى لتغطية النسب المختلفة للغرف ومسطحات الفتحات بها . ويضح (شكل ١٠٢) أحد هذه المنحنيات .

وتوضح المنحنيات العلاقة بين الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية (ط) فى نقطة تبعد ٦٠ سم عن الحائط الخلفى للغرفة ومن الحد الأقصى المسموح به لعمق الغرفة ، وذلك بالنسبة لدرجة عكس معينة ونسبة معينة للفتحات .

ومن هذه العلاقة يمكن الحصول بيانياً على نسب الحجرة تحت الظروف السابقة أو الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية .

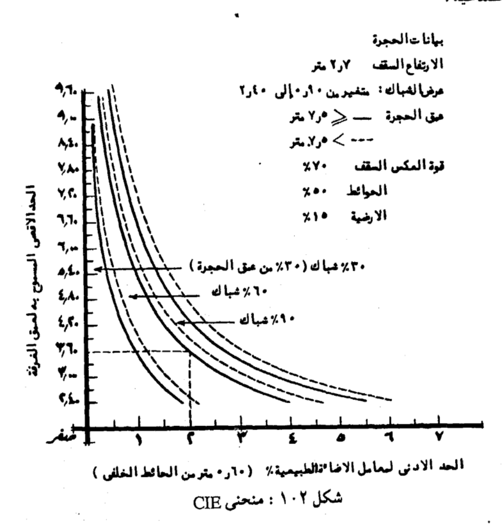
ويمكن استخدام تلك الطريقة بأسلوبين :

١ - تحديد جميع البيانات المعمارية لإيجاد النتيجة المطلوبة للإضاءة الطبيعية .

٢ - أو تحديد الإضاءة الطبيعية المطلوبة ، وإعطاء بعض البيانات المعمارية ، لإيجاد أقصى عمق للغرفة أو نسب الغرفة الأخرى التى تحقق الإضاءة الطبيعية المطلوبة .

والأسلوب الأول مبسط ، أما الأسلوب الثانى فهو أكثر تلاؤماً من الناحية المعمارية حيث يساعد فى تحديد النسب ولا يعطى حلا واحداً لأبعاد مفروضة .

وتتوقف شدة الإضاءة المطلوبة ليس فقط على مدى دقة النشاط بل تتدخل فى وضع حدها الأدنى العوامل الاجتماعية المتمثلة فى عادات المستخدمين وتوقعاتهم وكذلك العوامل الاقتصادية التى تتمثل فى مدى وفرة أو قلة مصادر الإضاءة الصناعية .



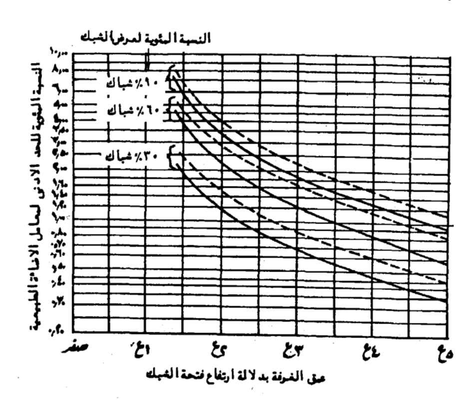
شكل ١٠٢ : منحنى CIE

ويوضح الجدول (٩) حدود شدة الإضاءة المطلوبة فى صالات رسم فى أربع دول مختلفة .

جدول (٩)

الدولة	شدة الإضاءة المطلوبة لأعمال الرسم العادية (لوكس)	شدة الإضاءة المطلوبة لأعمال الرسم الدقيقة (لوكس)
روسيا	٥٠ - ١٥٠	١٥٠ - ٣٠٠
المجر	١٥٠ - ٣٠٠	٣٠٠ - ٥٠٠
بريطانيا	٦٠٠	٢٠٠٠ - ٣٠٠٠
أمريكا	١٥٠٠	٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠

ومن الأهمية شرح الخطوات المتبعة فى الأسلوب التالى لإيجاد نسب الغرفة الملائمة لإضاءة طبيعية محددة وهى كما يلى (شكل ١٠٣) :



شكل ١٠٣ : العلاقة بين الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية وعمق الغرفة

١ - تحديد الحد الأدنى لمعامل الإضاءة الطبيعية (ط) المناسب للاستعمال المطلوب وذلك من الجدول رقم ٧ أو رقم ٨ مع ملاحظة أن معامل الإضاءة المُدرج في الجدول هو الناتج عن شدة الإضاءة الداخلية المطلقة وليست الفعلية أى دون أخذ عوامل الإعاقة (ص ، ز ، ق) في الاعتبار .

فإذا كان عمق الحجرة هو العامل الثابت ،

٢ - فيكتب على خط الإحداثى الأفقى بدلالة ارتفاع الشباك الصافى (ر) .

٣ - وبتوقيع الإحداثيان على الرسم (عمق الحجرة ، معامل الإضاءة) يمكن الحصول على نسبة فتحة الشباك بالنسبة للحائط ، وذلك على المنحنيات الثلاثة أو بينهم .

٤ - باستعمال شدة الإضاءة الفعلية الداخلية المطلوبة ، ومعامل الإضاءة الطبيعية المناظر تحسب شدة الإضاءة الخارجية اللازمة .

٥ - من الخريطة (شكل ١٠٤) يمكن الحصول على النسبة المئوية للساعات التى تتوفر فيها الإضاءة الطبيعية الخارجية اللازمة ، وذلك بين الساعة ٩ صباحاً والساعة ٥ مساء ، وذلك بمعرفة شدة الإضاءة الخارجية ، وخط العرض الجغرافى الذى يقع عليه المبنى .

أما إذا كانت فتحة الشباك هى العامل الثابت ،

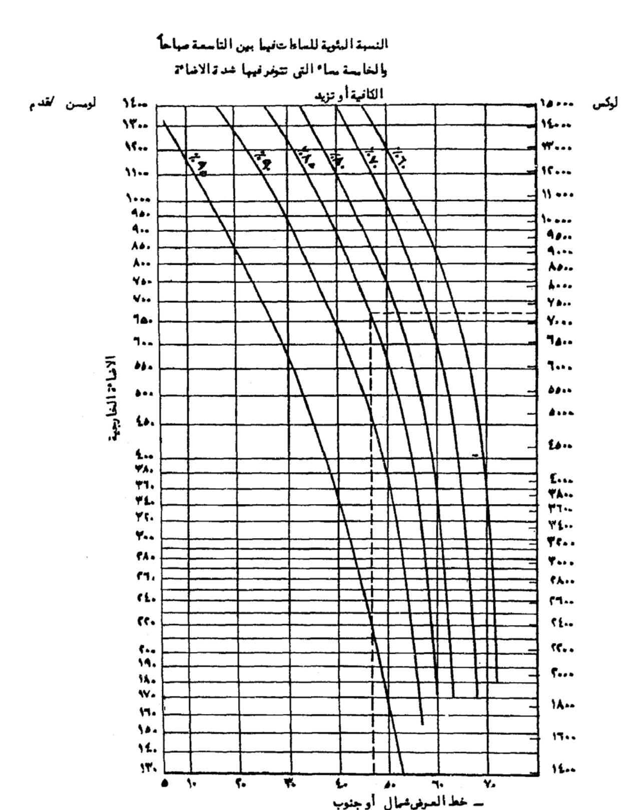
٦ - فتحدد نسبتها بالنسبة للحائط .

٧ - ويحدد الإحداثى الأفقى لنقطة تقاطع الخط الأفقى المقام من (ط) مع المنحنى الخاص بنسبة الشباك عمق الحجرة المطلوب بدلالة ارتفاع الشباك .

ويوضح شكل (١٠٥) المعايير والمحددات المستعملة فى الطريقة السابقة . ومما يؤخذ على هذه الطريقة أنها تتم بمعلومية الحد الأدنى فقط لمعامل الإضاءة الطبيعية .

ثانيا : الطريقة التجريبية أو طريقة السماء الاصطناعية *Artificial Skies* :

يمكن الاعتماد على النماذج الدراسية (الماكيت) لتقدير الإضاءة الطبيعية داخل



شكل ١٠٤ : العلاقة بين الحد الأدنى للإضاءة الخارجية وخط العرض والنسبة المئوية للساعات التى تتوفر فيها شدة الإضاءة الكافية

تدل المنحنيات على الحد الأدنى لشدة الإضاءة الموجودة خلال زمن محدد من ساعات النهار ، على مستوى أفقي بدون أشعة الشمس وهى تعتبر أحياناً القيمة المقياسية لشدة الإضاءة الخارجية .

مبنى ، وهى الطريقة الوحيدة التى يمكن الاعتماد عليها فى الحالات غير المعتادة من تعقيد فى شكل الفراغ الداخلى للغرفة محل الدراسة ، أو وجود عوائق غير منتظمة الشكل أمام الفتحات . وهذه الطريقة يمكن استخدامها تحت تأثير العوامل الجوية الخارجية .

وهناك نوعان أساسين للسماء الاصطناعية (شكل ١٠٦) :

الأول نصف كروى ويمكن أن يتكون من قبة من مادة عاكسة موزعة للضوء الصادر من مستوى أسفل (شكل أ) ، أو أن تكون الإضاءة مثبتة بالسقف المكون من قبة عادية أو جيوديسية مع وجود موزع داخلى نصف كروى أيضاً للضوء.

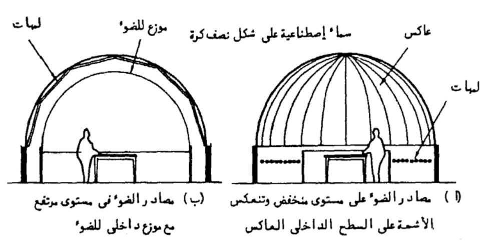
شكل ١٠٥ : معايير حساب الإضاءة الطبيعية بطريقة CIE

أما النوع الثانى فهو مستطيل يتكون من سقف مضيء وأربعة حوائط رأسية مكسية بالمرايا ، وتحقق الانعكاسات اللانهائية وعدم امتصاص الأشعة نفس التأثير الناتج عن النوع الأول .

اعتبارات هامة فى تصميم الإضاءة الطبيعية :

١ - *الأسطح الرأسية والأفقية :*

تدخل مركبة السماء الفراغ الداخلى مائلة ، ويمكن تحليلها إلى مركبتين : رأسية



(ب) مصادر الضوء فى مستوى مرتفع مع موزع داخلى للضوء

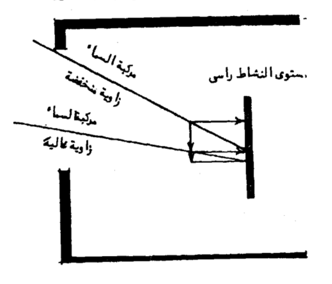
(أ) مصادر الضوء على مستوى منخفض وتنعكس الأشعة على السطح الداخلى العاكس

ناشر
لمبات

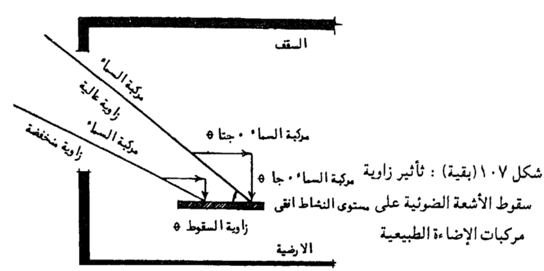
(جـ) النوع المستطيل ذو المرايا ـ مصادر الضوء اعلى السقف الناشر للضوء

شكل ١٠٦ : أشكال السماء الاصطناعية

تضىء الأسطح الأفقية وتتناسب مع جيب زاوية سقوط الشعاع (جا) وأفقية تضئ الأسطح الرأسية وتتناسب مع جيب تمام (جتا) زاوية سقوط الشعاع . لذلك يستحسن فى حالة إضاءة الأغرض الأفقية أن تكون الشبابيك بارتفاع رأسى عالٍ بقدر الإمكان . وفى حالة إضاءة الأغراض الرأسية تكون



شكل ١٠٧ : تأثير زاوية سقوط الأشعة الضوئية على مركبات الإضاءة الطبيعية



شكل ١٠٧ (بقية) : تأثير زاوية سقوط الأشعة الضوئية على مستوى النشاط افقى مركبات الإضاءة الطبيعية

الشبابيك منخفضة باستطالة أفقية ما أمكن .

وبما أن معظم الأنشطة تتم على مستوى أفقى فإن الشكل المستحب للنوافذ هو الضيق المرتفع باتجاه رأسى، إذ أنها تعطى نتيجة أفضل من التى تماثلها فى المساحة وتأخذ فتحتها الاتجاه الأفقى (شكل ١٠٧) .

٢ - *تفاصيل الفتحات :* من حيث وجود قضبان أو تركيبات فنية مثل المواسير داخل الحجرة أو أجهزة التكييف التى قد تقلل شدة الإضاءة النافذة بمقدار يتراوح من ١٠٪ إلى ١٥٪ ويمكن بواسطة اللعب فى تفاصيل الفتحات التحكم فى شكل دخول الأشعة الضوئية وحجب أشعة الشمس (شكل ١٠٨) .

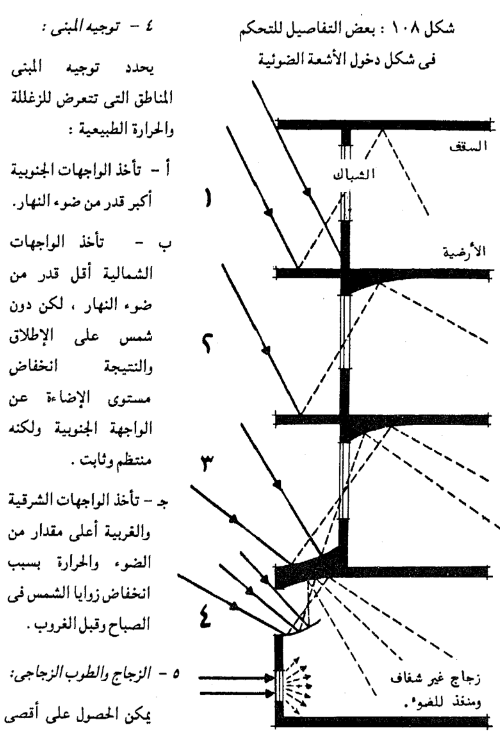
٣ - *قوة عكس الأسطح :*

وعلاوة على تدخل قوة عكس الأسطح الداخلية فى تحديد شدة الإضاءة المنعكسة داخلياً وتوزيعها ، فإن لها دوراً كبيراً فى تحديد مستوى التأقلم للعين وذلك لتلافى الإحساس بالزغللة عند وجود الشباك وما يحيطه فى مجال الرؤية .

ويمكن استغلال الأسطح الخارجية فى عكس الأشعة الضوئية إلى عمق كبير داخل الفراغ ، إذ أن سطح الأرض المقابل للفتحة الذى يتكون من بلاطات خرسانية فاتحة اللون مثلا تصل قوة عكسها من ٥٠٪ إلى ٧٠٪ ، يمكن أن يوفر $\frac{١}{٤}$ إلى $\frac{٢}{٣}$ الضوء الساقط على الفتحة وهذا يتوقف على شكل التظليل والتوجيه .

ويمكن الحصول على إضاءة أفضل عند نهو السقف بمادة ذات قوة عكس عالية .

شكل ١٠٨ : بعض التفاصيل للتحكم
في شكل دخول الأشعة الضوئية



٤ - *توجيه المبنى :*

يحدد توجيه المبنى المناطق التي تتعرض للزغللة والحرارة الطبيعية :

أ - تأخذ الواجهات الجنوبية أكبر قدر من ضوء النهار.

ب - تأخذ الواجهات الشمالية أقل قدر من ضوء النهار ، لكن دون شمس على الإطلاق والنتيجة انخفاض مستوى الإضاءة عن الواجهة الجنوبية ولكنه منتظم وثابت .

جـ - تأخذ الواجهات الشرقية والغربية أعلى مقدار من الضوء والحرارة بسبب انخفاض زوايا الشمس في الصباح وقبل الغروب .

٥ - *الزجاج والطوب الزجاجي:*

يمكن الحصول على أقصى قدر من الضوء الداخل مع أقل قدر من الزغللة باستعمال الفتحات ذات الزجاج المنفذ للضوء فقط ومحدود اللمعان ، كذلك استعمال الطوب الزجاجي الموضوع تحت السقف مباشرة ، وفوق مسطح النافذة الذي يسمح بالرؤية .

٦ - *الزجاج الملون :*

الزجاج الملون غير مستحب حيث يغير من نوعية ضوء النهار ولونه .

٧ - *الأثاث الداخلى والمكاتب :*

يجب توجيه الأثاث الداخلى بحيث يأتى الضوء الطبيعى من يسار أو من خلف المشاهد إلا فى حالة ضوء الشمال يمكن مواجهة النافذ بشرط ألا يكون هناك مصدر خارجى للزغللة .

اعتبارات خاصة لاستخدام الإضاءة الطبيعية فى المناطق الحارة :

١ - يجب محاولة تلافى عنصر الإضاءة المباشرة من السماء نظراً لشدتها وما تسببه من الزغللة . لذلك يراعى أن تكون الفتحات صغيرة ما أمكن والزاوية لا تسمح برؤية جزء كبير من السماء داخل الحجرة المعنية ، مع أخذ احتياطيات خاصة للحماية من الزغللة التى تنتج عن الانعكاسات من المبانى والعناصر المجاورة الموجودة فى الموقع ، مبنى فاتح اللون مثلاً أو بركة مياه أو بلاط أو رمال فاتحة اللون تعكس أشعة الشمس .

٢ - يراعى استخدام المسطحات الخضراء والأشجار للحد من الزغللة فى المناطق الحارة الجافة .

٣ - يراعى رفع منسوب جلسة الشباك ودهان السقف بلون فاتح حتى يقلل الضوء الساقط على السقف من التباين بين الخارج المبهر والداخل المظلم .

٤ - دهان الحوائط المجاورة للشباك وكذلك الحلق بلون فاتح لمنع التباين .

٥ - مراعاة وضع فتحات أخرى فى الحائط المقابل للشباك إذا سمح التصميم بذلك ، وذلك لكى تلقى بكمية من الضوء حول الشباك المعنى وتقلل بذلك التباين .

* * *

الفصل الثامن : مقاييس الراحة

- العوامل المؤثرة على الشعور بالراحة
  * تأثير درجة حرارة الهواء
  * تأثير الرطوبة النسبية
  * تأثير حركة الهواء
  * تأثير الإشعاع
  * عوامل ترجع للإنسان
- التمثيل البيانى للمعلومات المناخية
- التمثيل البيانى للظروف المناخية المناسبة لراحة الإنسان
  * مقياس درجة الحرارة المؤثرة
  * الخريطة السيكروميترية
  * خريطة الراحة
- جدول " ماهونى " للمعالجة المناخية

الفصل الثامن

مقاييس الراحة

العوامل المؤثرة على الشعور بالراحة :

من أهم أهداف التصميم المعمارى توفير أكبر قدر ممكن من الراحة لمستخدمى المبنى ، وهذا ما لا يمكن قياسه بطريقة مباشرة حيث إن راحة الإنسان لا تتوقف فقط على الحالة الفسيولوجية التى قد يمكن قياسها بطريقة أو بأخرى ، وإنما تدخل فى تحديدها عوامل نفسية تختلف باختلاف الخلفية الثقافية والبيئية لكل شخص .

ومن أهم العوامل الفسيولوجية التى تؤثر بشدة فى حالة الإنسان العامة هى الراحة الحرارية Thermal comfort ، التى تتحدد بمدى قدرة الجسم على التخلص من الحرارة والرطوبة ، التى تنتج باستمرار كنتيجة لعملية التمثيل الغذائى Metabolism وهى العملية التى يحدث فيها اتحاد بين الطعام الذى يتناوله الإنسان والأوكسجين الذى يتنفسه لتوليد الطاقة المطلوبة لأداء كافة الوظائف العضوية الإرادية واللاإرادية على حد سواء والتى تحافظ على ثبات درجة حرارة الجسم عند ٣٥° إلى ٣٧° م .

ويشعر الإنسان بالراحة الحرارية عندما يمكن للجو المحيط إزالة حرارة الجسم ورطوبته الزائدة بنفس معدل إنتاجهما .

والبشرة الخارجية هى التى تشعر بالحرارة أو البرودة ، ونتيجة لذلك أصبحت الراحة أو عدمها تتوقف على درجة حرارة البشرة التى لكى يشعر الإنسان بالراحة تتراوح بين ٣١° إلى ٣٤° م وذلك تبعاً لطبيعة الشخص ، ولا يمكن الإبقاء على هذه الدرجة ثابتة إلا بتحقيق الاتزان بين الحرارة التى يكتسبها الجسم من البيئة المحيطة والحرارة التى تخرج منه .

ومصادر اكتساب الحرارة هى :

١ - التمثيل الغذائى (الميتابوليزم) .

٢ - التوصيل Conduction عند ملامسة الأجسام الساخنة .

٣ - الانتقال Convection عندما يكون الهواء أسخن من البشرة .

٤ - الإشعاع Radiation من الشمس والسماء والأجسام الساخنة .

أما فقدان الحرارة فيكون عن طريق :

١ - التوصيل ، عند ملامسة الأجسام الباردة .

٢ - الانتقال ، عندما يكون الهواء المحيط أبرد من البشرة .

٣ - الإشعاع ، إلى السماء ليلا أو إلى الأجسام الباردة .

٤ - البخر Evaporation ، للعرق أو الرطوبة .

ويتحكم فى تلك العمليات عوامل ترجع للبيئة المناخية وأخرى ترجع للإنسان نفسه . أما العوامل التى ترجع للبيئة المناخية فهى :

١ - درجة حرارة الهواء .

٢ - الرطوبة النسبية .

٣ - حركة الهواء .

٤ - الإشعاع .

ويمكن شرح تأثير هذه العوامل كما يلى :

تأثير درجة حرارة الهواء :

تعتبر درجة حرارة الهواء أهم عامل فى تحقيق الراحة الحرارية . فإذا كانت أعلى من درجة حرارة البشرة فإن الحرارة المتولدة من الجسم تجد صعوبة فى الخروج وينتج عن ذلك ارتفاع فى درجة حرارة البشرة ونشاط فى الغدد التى تفرز العرق ، حيث ينتج عند تبخره إحساس بالبرودة الناتجة عن امتصاص الحرارة اللازمة للبخر .

ويمكن أن يصل معدل إفراز العرق إلى ٤ لتر/ ساعة لكن ذلك يسبب إرهاقاً لا يمكن احتماله إلا لفترة قصيرة . وتسبب عملية البخر تأثيراً تبريدياً يبلغ ٢٤٠٠ چول لكل لتر من العرق المفروز أما إذا عجز الجسم بوسائله عن تحقيق الاتزان الحرارى تحدث ضربة شمس (أو حرارة) Heat stroke التى ترفع من درجة حرارة الجسم الداخلية إلى ٤٠° مئوية وتكون ذات تأثير سيىء .

ويتم التأقلم قصير المدى فى حوالى ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة ، ويحدث تأقلم جذرى عندما ينتقل الإنسان لجو مختلف ويبقى لمدة طويلة . وفى المناطق الحارة يستلزم الأمر ستة أشهر يزيد فيها معدل الدورة الدموية بحوالى ٢٠٪ مما يؤدى إلى تمدد الأوعية الدموية السطحية وبالتالى تنشيط فى انتقال الحرارة من داخل الجسم إلى سطح البشرة ، كما يزيد معدل إفراز العرق دون الإحساس بالإرهاق المعتاد فى الأصل .

وفى حالة انخفاض درجة حرارة البيئة المحيطة عن الحد المناسب ، فإن الاستجابة الفسيولوجية الأولى لذلك هى انقباض الشعيرات الدموية تحت الجلد وبالتالى يقل اندفاع الدم إلى البشرة مما يؤدى إلى برودة البشرة وخاصة اليدين والقدمين . وتحدث رعشة لا إرادية فى حالات البرد الشديد ويزيد معدل الاحتراق إلى مرتين أو ثلاث مرات .

وفى حالة عجز الجسم عن معالجة الاتزان الحرارى تنخفض درجة حرارته الداخلية لتصل إلى ٣٥° ، وتحدث الوفاة بين درجتى ٣٠ و ٢٥° مئوية .

تأثير الرطوبة النسبية :

تؤثر الرطوبة النسبية فى سعة البخر للهواء ومن ثم تتحكم فى درجة التبريد الذى يحدث عند تبخر العرق من على سطح البشرة فيزيد فى الجو ويقل بازدياد الرطوبة فى الجو . وينعدم الإحساس بتأثير الرطوبة النسبية عندما تكون ٣٠ إلى ٥٠٪ وذلك تحت درجات حرارة ٢٠° إلى ٢٥° مئوية . وإذا زادت درجة الحرارة عن ٢٥° م يزداد الإحساس بالرطوبة فى الجو ويصبح أثرها واضحاً فى نداوة البشرة الناتج عن زيادة معدل العرق عن البخر ، ويقل هذا التأثير بازدياد سرعة الهواء .

والتأثير الفسيولوجى لزيادة نسبة الرطوبة عن الحد المحتمل هو الإحساس بالاختناق وفشل البشرة الخارجية فى تثبيت معدل انتقال الماء من داخل الجسم إلى خارجه ، مما يسبب تورم للبشرة وتضييق مسام الجلد وقد تنسد تماماً .

أما انخفاض الرطوبة عن الحد المناسب ولمدة طويلة فيسبب جفافاً شديداً بالبشرة خاصة بالشفاه والأنف ، وتتكون طبقة جافة من الجلد على سطح البشرة وقد يحدث بها تشققات وتقل نسبة تنقية الهواء الداخل للرئتين من الأتربة العالقة به .

وفى الأجواء الباردة ، يؤدى انخفاض الرطوبة النسبية إلى زيادة الشعور بالبرد حيث توجد دائماً طبقة ولو رقيقة جداً من العرق على سطح الجلد يؤدى تبخره إلى هذا الشعور غير المرغوب فيه .

تأثير حركة الهواء :

تؤدى حركة الهواء إلى خلق مؤثرات حرارية دون تغير لدرجة حرارة الهواء . فهى تساعد البشرة على التخلص من الحرارة الزائدة وذلك بطريقتين :

١ - تزيد من فقدان البشرة للحرارة بالانتقال مادامت درجة حرارة الهواء المتحرك أقل من درجة حرارة البشرة ، أما فى الأجواء التى تبلغ درجة حرارة الهواء ٤٠° مئوية أو أكثر فيتسبب الهواء المتحرك فى ازدياد الشعور بالحرارة .

٢ - تساعد فى زيادة عملية بخر العرق على الجلد وبالتالى زيادة التبريد ، ذلك لأن الهواء المتحرك يحمل معه الرطوبة ويحل محله دائماً هواء أكثر جفافاً .

وينعدم هذا التأثير عندما تكون الرطوبة النسبية أقل من ٣٠٪ ، ذلك لأن البخر يكون فى هذه الظروف نشيطاً حتى مع سكون الهواء . أما فى حالة الرطوبة النسبية لأعلى من ٨٥٪ فإن البخر يكون محدوداً حتى لو تحرك الهواء .

ومما يُحد من استعمال الهواء فى أغراض التبريد بعض المضايقات التى يسببها ارتفاع سرعته ، ويكون رد الفعل بالنسبة لسرعات الهواء المختلفة كالآتى :

- من صفر إلى ٢٥ر٠ م/ثانية	غير ملحوظة
- من ٢٥ر٠ م/ثانية إلى ٥٠ر٠ م/ثانية	محببة
- من ٥٠ر٠ م/ثانية إلى ٠٠ر١ م/ثانية	يبدأ الحرص من تأثير الهواء
- من ٠٠ر١ م/ثانية إلى ٥٠ر١ م/ثانية	مثيرة للضيق
- أعلى من ٥٠ر١ م/ثانية	مزعجة

وفى الأجواء الحارة تعتبر حركة الهواء التى تبلغ سرعتها ٠٠ر١ م/ثانية محببة ، كم يمكن تقبل سرعات تصل إلى ٥٠ر١ متر/ثانية . أما بعد ذلك فتبدأ الأشياء الخفيفة فى التطاير ويكون التأثير المزعج . أما فى الأجواء الباردة فلا يجب أن تزيد سرعة الهواء داخل حجرة مدفأة عن ٢٥ر٠ م/ثانية كما يجب ألا تقل عن ١٠ر٠ م/ثانية حيث يخلق هذا شعور بالضيق .

تأثير الإشعاع :

ويعبر عن الإشعاع بمتوسط درجة حرارة الإشعاع Mean Radiant Temperature (MRT) وهى متوسط درجة حرارة وحدة المساحة من الأسطح المحيطة . ويأتى الإشعاع فى المرتبة الثانية فى درجة التأثير بعد درجة الحرارة ، ولقد ذهب بعض الباحثين إلى تقرير أن تأثير درجة حرارة الإشعاع يبلغ ضعف تأثير درجة الحرارة الجافة . وتنشط الأشعة الساقطة على الجسم الأعضاء الحساسة للحرارة ، وتعتمد شدة تأثيرها على وضع الجسم بالنسبة للشمس أو الأسطح المشعة كذلك على الرطوبة وحركة الهواء .

وعلى العكس ، إذا تعرض الجسم لسطح بارد فإن كمية لا بأس بها من الحرارة تنبعث منه فى شكل إشعاع فى اتجاه ذلك السطح مما يسبب شعوراً بالبرودة .

وقد وجد أن أكثر الظروف راحة هى عندما يكون متوسط درجة حرارة الإشعاع أعلى بمقدار ٢° مئوية من درجة حرارة الهواء . وفى حالة انتظام توزيع الإشعاع من الأجسام الموجودة فى الفراغ يكون انخفاض فى متوسط درجة حرارة الإشعاع بمقدار ٢° مئوية عن درجة حرارة الهواء مقبولاً .

عوامل ترجع للإنسان (العوامل الشخصية) :

يمكن للإنسان التحكم إلى حد كبير فى التبادل الحرارى بين جسمه وبين الجو المحيط ، وذلك بالاختيار الصحيح لملابسه ، إذ تمثل الملابس حاجزاً أو مانعاً لانتقال الحرارة كما تقلل من إحساس الجسم بالاختلاف فى سرعة ودرجة حرارة الهواء .

ولتبسيط عملية حساب النفاذ الحرارى خلال الملابس اتخذت وحدة الكلو Clo (إختصار لكلمة (Clothes)) وهى تعادل مقدار ٦,٥ وات/م٢ . درجة مئوية من المقاومة الحرارية ، وذلك بالنسبة لكل سطح الجسم .

وتعطى القيم التالية مؤشراً لهذا المقياس :

أ - كالسون + شورت + قميص سبور $\frac{1}{2}$ كم ٢٥ر٠ كلو

ب - ملابس داخلية + قميص $\frac{1}{2}$ كم + بنطلون ٦٧ر٠ كلو

جـ - ملابس داخلية + بدلة صيفى خفيفة ٠٠ر١ كلو

د - ملابس داخلية + بدلة شتوى بصديرى + معطف ١,٩٥ كلو

هـ - ملابس ثقيلة للمناطق الباردة مبطنة + معاطف ثقيلة (فرو) ٥٠ر٤ كلو

فمثلا إذا كان الهواء ساكناً وكان الشخص يقوم بنشاط مكتبى خفيف فإن التغير فى ١ كلو من الملابس بالزيادة أو النقصان يقابله الإحساس بتغير فى درجة حرارة يبلغ ٧° مئوية . ويزيد تأثير الملابس فى حالة حركة الهواء وازدياد النشاط .

وتختلف ظروف الراحة الحرارية من شخص لآخر حسب اختلاف معدل الميتابوليزم أو التفاعلات الحيوية وعملية التخلص من الحرارة الزئدة تتوقف على :

- التأقلم
- السن والجنس
- شكل الجسم
- الدهون المختزنة تحت الجلد
- الحالة الصحية
- نوعية النشاط
- النظام الغذائى

فعند التأقلم على مناخ لمنطقة أو لفصل جديد من فصول السنة ، يتغير نظام الميتابولزم Metabolism والدورة الدموية مما يؤثر بالتالى فى الظروف المحيطة لتحقيق الراحة . ويكون تأقلم الأشخاص الأكبر سناً أبطأ منها فى الشباب . وبما أن معدل الميتابولزم ينخفض عند المرأة عنه عند الرجل فإن المرأة تفضل درجة حرارة أعلى مما

يفضل الرجل لتحقيق الراحة ، وتزيد نسبة السطح للحجم فى جسم طويل ونحيف عنها فى جسم قصير ممتلىء ، وبالتالى يكون معدل فقدان الحرارة بالنسبة للأول أكبر ، لذلك يفضل الشخص النحيل درجة حرارة أعلى لتحقق راحته .

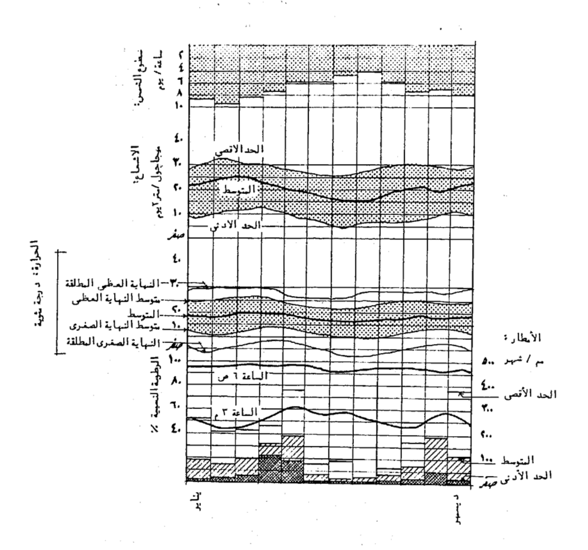
ويلعب الدهن المختزن تحت الجلد عند الشخص الممتلىء دور العازل فيقلل من توصيل حرارة الجسم الداخلية إلى سطح الجلد ، لهذا فمثل هذا الشخص يحتاج لهواء خارجى أبرد لتتحقق راحته الحرارية .

أما عند مرض الإنسان فإن معدل الميتابولزم يزداد ويؤدى ذلك إلى تغير فى ظروف الاتزان الحرارى . ويؤثر تناول بعض المواد مثل الكحوليات فى معدل الميتابولزم . وفى هذه الحالات ولكى يتحقق الاتزان الحرارى يجب التحكم فى درجة حرارة البيئة المحيطة بحيث تتناسب عكسياً مع معدل الميتابوليزم .

التمثيل البيانى للمعلومات المناخية :

ليس من السهل التعرف على طبيعة مناخ منطقة معينة بمجرد النظر إلى كمية المعلومات الضخمة المدونة فى سجلات أقرب محطة للأرصاد الجوية . وعلى هذا فمن الضرورى تصنيف وتبسيط تلك المعلومات وخاصة تلك المطلوبة فى عملية التصميم والتى تشمل المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار والإشعاع وسطوع الشمس ، ويكون هذا بوضع نموذج نمطى لتمثيل تلك المعلومات بيانياً فى شكل واحد شامل وشكل ١٠٩ يوضح طريقة تمثيل بيانية صممت خصيصاً لتسهيل عملية التصميم البيئى ، ويطلق عليها الخريطة المناخية .

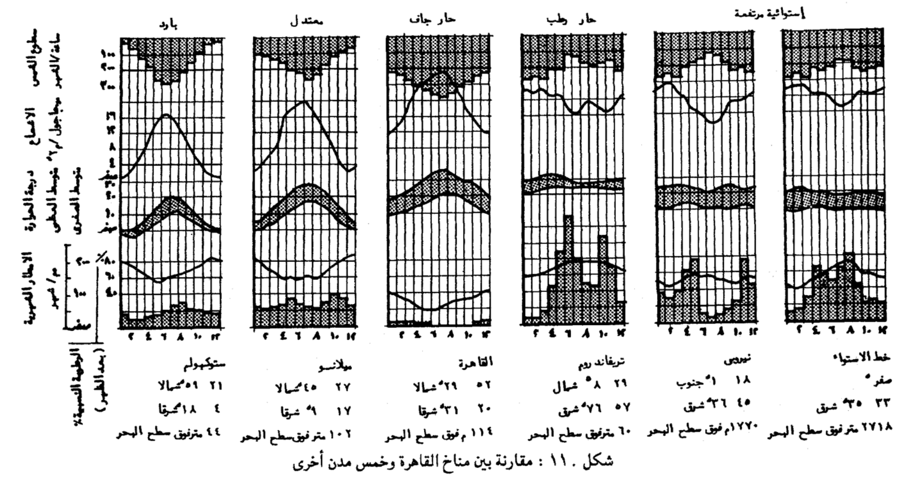
وللتعرف على مناخ جديد لمنطقة ما ، يجب على المصمم مقارنته بمناخ آخر معتاد عليه ثم قياس الاختلافات الأساسية وتدوينها . وأفضل وسيلة لذلك هى عمل خريطة مناخ موطن المصمم الذى يعرفه جيداً ، ثم رسم خريطة أخرى للمناخ المطلوب دراسته . وعند مقارنة كل من الخريطتين بوضعهما متجاورتين أو وضعهما فوق



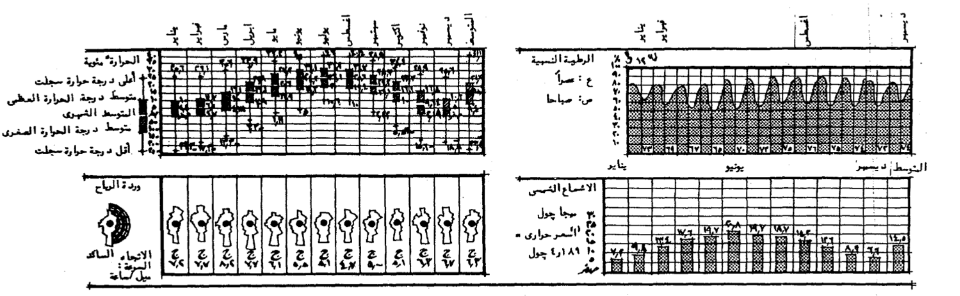
شكل ١٠٩ : الخريطة المناخية لمدينة نيروبى وهى تمثل مناخاً استوائياً

بعضهما البعض إذا كان الورق المستعمل شفافاً ، تظهر التشابهات والاختلاف بوضوح ، ويمكن منها تحديد الملامح المميزة للمناخ موضع البحث ويوضح (شكل ١١٠) مقارنة بين مناخ مدينة القاهرة (المنطقة الحارة) وخمس مدن أخرى من أقاليم مناخية مختلفة .

كما يوضح شكل (١١١) طريقة أخرى للتمثيل المبسط للبيانات المناخية .



شكل . ١١ : مقارنة بين مناخ القاهرة وخمس مدن أخرى



شكل ١١١ : التمثيل البيانى للمعلومات المناخية

التمثيل البيانى للظروف المناخية المناسبة لراحة الإنسان :

يعتبر تحديد الظروف المناخية المناسبة لراحة الإنسان باستخدام العمليات الحسابية أمراً فى منتهى التعقيد ، بسبب ارتباطها أولاً بالنشاط الذى يزاوله الإنسان ، وثانياً بالعلاقة بين العناصر المناخية المختلفة ، وثالثاً بالعلاقة بين النشاط وتلك العناصر المناخية .

وللوصول إلى علاقة بين هذه العناصر تحدد مجال الراحة للإنسان ، أجريت تجارب على مجموعة من الأشخاص وضعوا فى غرفة تحت تأثير تلك العناصر مع تبديل وتغيير قيمها . وعلى أساس التجارب العملية وضعت الحدود لراحة الإنسان الحرارية فكانت تقريباً هى درجة التى تقع بين ٢٢,٥° و ٢٩,٥° م والرطوبة النسبية التى تقع بين ٢٠٪ إلى ٥٠٪ .

وقد أجريت عدة محاولات لوضع مقياس فسيولوجى يشمل تأثير كل من درجات الحرارة والرطوبة وحركة الهواء والإشعاع .

ومن أهم المقاييس التى تم التوصل إليها :

١ - مقياس درجة الحرارة المؤثرة Diagram of Effective Temperature

٢ - الخريطة السيكرومترية Psychrometric Chart

٣ - خريطة الراحة Bioclimatic Chart

ويمكن تناول هذه المقاييس بالشرح والتحليل فيما يلى :

مقياس درجة الحرارة المؤثرة ET :

تُعرّف درجة الحرارة المؤثرة ET بأنها درجة حرارة جو ساكن مشبع يعطى نفس تأثير الجو موضع البحث وذلك فى غياب الإشعاع .

وقد قام العالمان هافتون وياجلو Houghton & Yaglou فى عام ١٩٢٣ بوضع هذا المقياس ، وأجرى عليه ياجلو تعديلاً طفيفاً فى عام ١٩٤٧ .

وفى البداية كانت خطوط درجة الحرارة المؤثرة ترسم مع الخريطة السيكرومترية لكنها فصلت بعد ذلك ووضعت فى مقياس جديد وذلك لتسهيل الاستعمال .

وهذا المقياس يمثل درجة الحرارة المؤثرة بدلالة درجة الحرارة الجافة ودرجة حرارة الترمومتر المبلل وسرعة الهواء . وفى حالة وجود إشعاع ، يمكن التعبير عن تأثيره باستخدام درجة الحرارة الشاملة Globe Temperature بدلا من درجة الحرارة الجافة ، وفى هذه الحالة يكون الناتج درجة الحرارة المؤثرة المعدلة . ويلاحظ أن المنطقة المهشرة على المقياس هى المنطقة التى تحقق الراحة الحرارية للإنسان .

مثال (شكل ١١٢) :

المطلوب إيجاد العلاقة بين سرعة الهواء ودرجة الحرارة المؤثرة وذلك عند درجة حرارة جافة ٣٣° مئوية ، ودرجة حرارة الترمومتر المبلل ٢١° مئوية .

توقع درجتا الحرارة كُلٌ على المقياس الخاص بها وتوصلان بالمستقيم أ ب .

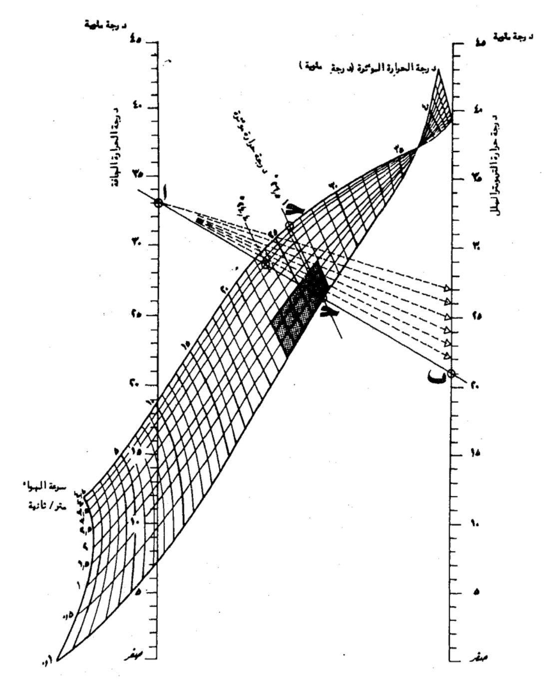
تؤخذ قراءة درجة الحرارة المؤثرة عند نقطة التقاطع جـ للمستقيم أ ب مع الخط الممثل لسرعة هواء ١ر٠ متر/ثانية ، أى مع خط الهواء فى حالة السكون وتكون ٢٦,٥° مئوية .

ومن خلال تقاطعات المستقيم أ ب مع خطوط درجة الحرارة المؤثرة ، وخطوط سرعة الهواء ، يلاحظ أنه مع ازدياد سرعة الهواء تقل قيمة درجة الحرارة المؤثرة .

فعند سرعة هواء ٣,٦ متر/ثانية تنخفض إلى ٢٤,٤° مئوية .

وبتوصيل النقطة أ (ترمومتر جافة ٣٣° مئوية) بنقط تقاطع خط درجة الحرارة المؤثرة حـ حـَ مع خطوط سرعة الهواء ومد هذه المستقيمات إلى أن تقابل مقياس درجة حرارة الترمومتر المبلل يمكن الوصول إلى سرعات الهواء المطلوبة للمحافظة على درجة الحرارة المؤثرة رغم ارتفاع نسبة الرطوبة فى الهواء .

فمثلا عند درجة حرارة ٢٧° مئوية (للترمومتر المبلل) وسرعة هواء ١ر٠ متر/ثانية تكون درجة الحرارة المؤثرة ٢٩° مئوية . ومن خلال حركة الهواء بسرعة ٣,٦ متر/ثانية تقل إلى ٢٦,٥° مئوية ، وهكذا يمكن تحسين الظروف المناخية فى حالة وقوعها فى منطقة عدم الراحة .



شكل ١١٢ : مقياس درجة الحرارة المؤثرة لأشخاص يرتدون ١ كلو ويقومون بأعمال مكتبية معتادة

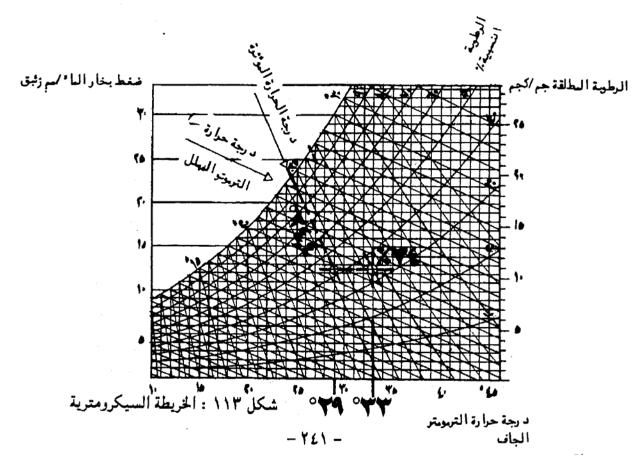
الخريطة السيكرومترية (شكل ١١٣) :

وهى تبين العلاقة بين درجة حرارة الترمومتر الجاف ودرجة حرارة الترمومتر المبلل والرطوبة النسبية ، ودرجة الحرارة المؤثرة ، عندما تتساوى درجة حرارة الترمومتر الجاف مع متوسط درجة حرارة الإشعاع .

فإذا كانت القراءات المرصودة ٣٣° مئوية للترمومتر الجاف ، و ٢١° مئوية للترمومتر المبلل ، يتم تمثيلها كإحداثيان على الخريطة حيث ينتج من تقاطعهما تحديد نقطة .

وبأخذ الموازيات للمنحنيات التى تمثل عناصر المناخ المختلفة يمكن تحديد الرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة ودرجة الحرارة المؤثرة .

وتمثل المساحة المهشرة المنطقة التى يشعر فيها بالراحة أشخاص بالغون يقومون بعمل مكتبى ويرتدون ملابس خفيفة . وهى تمثل العلاقة بين درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية عند سرعة هواء لا تزيد عن ٢٣ر٠ متر/ثانية ، ويطلق عليها منطقة ASHRAE للراحة وهى اختصار لـ American Society Of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.



شكل ١١٣ : الخريطة السيكرومترية

ويلاحظ أنه إذا ارتفعت الرطوبة النسبية يجب أن تنخفض درجة الحرارة الجافة لتعطى نفس التأثير بالراحة ، وهكذا يمكن استنباط أن درجة الحرارة المؤثرة تنخفض بزيادة الرطوبة النسبية . أما إذا انخفضت الرطوبة إلى ١٠٪ أو ٢٠٪ فلا يؤدى ارتفاع خفيف فى درجة الحرارة الجافة إلى مزيد من الإحساس بعدم الراحة .

أما إذا كانت درجة الحرارة المؤثرة ٢٦° مئوية فإن الأشخاص يشعرون بالراحة حتى تتعدى الرطوبة النسبية ٦٥٪ ، بعد هذا يبدأ الإحساس بعدم الراحة ، وذلك لعجز الجسم عن التخلص من الرطوبة الناتجة عن عملية الميتابولزم . ويساعد على التخصل منها رفع سرعة الهواء حتى ٣٤ر٠ متر/ثانية ، وإذا زادت السرعة عن ذلك يبدأ عدم الراحة بسبب تيارات الهواء التى تبعثر الأوراق .

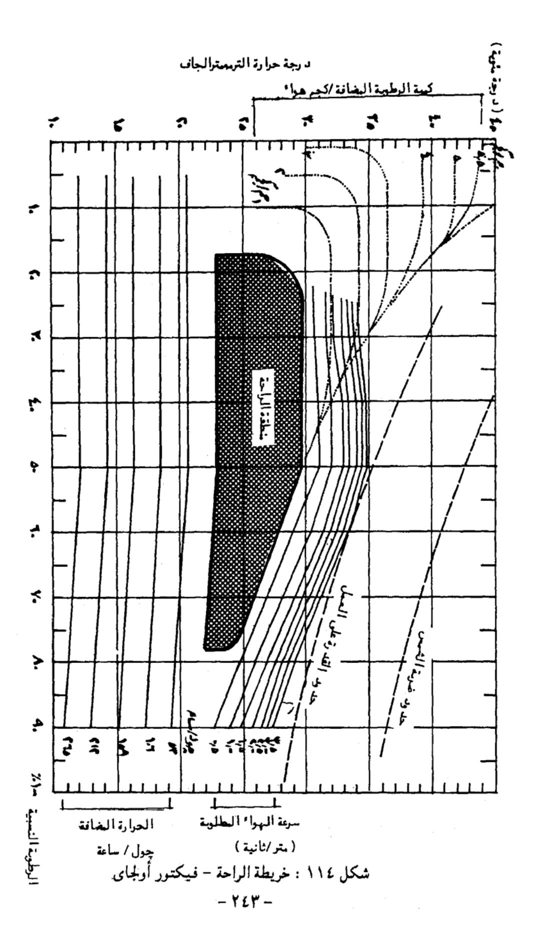
خريطة الراحة (شكل ١١٤) :

وقد قام بتصميمها المهندس فيكتور أولجاى Victor Olgay ، وهى صالحة لكل المناطق الحارة ، جافة كانت أو رطبة ، وفى الأماكن التى لا تعلو أكثر من ٣٠٠ متر فوق سطح البحر ، ومع ملابس تعادل ١ كلو ، مع القيام بأعمال عادية .

وتمثل المنطقة المهشرة على الخريطة ، منطقة الراحة عندما يكون الهواء ساكناً ولا يكون هناك أى فقدان واكتساب للحرارة ، وذلك بدلالة درجة حرارة الترمومتر الجاف والرطوبة النسبية ، وهى تقع بين ٢١,١° مئوية ، ٢٦,٦° مئوية والرطوبة النسبية بين ٣٠٪ إلى ٦٥٪ ، ويمكن أن تمتد من ١٨٪ إلى ٧٧٪ وتعتبر النسبة الأخيرة مقبولة ولكنها غير مفضلة . ويلاحظ أن كل ١٤ خط عرض تؤثر فى منطقة الراحة بارتفاع أو انخفاض درجة مئوية واحدة .

كذلك تؤدى التغيرات الجوية على مدار السنة ومدى تأقلم الإنسان على الجو إلى تغير طفيف فى حدود منطقة الراحة فهى فى الشتاء مثلا تصبح عند درجة الحرارة بين ٣ر٢٠° مئوية و ٢٢,٤° مئوية مع نفس الرطوبة ونفس سرعة الهواء .

ويرتفع الحد الأعلى لمنطقة الراحة بازدياد سرعة الهواء ويقل معدل هذا الارتفاع مع زيادة الحرارة والرطوبة النسبية ، كما يؤدى وجود إشعاعات شمسية إلى خفض الحد الأدنى لمنطقة الراحة ، وذلك فى حالة وجود النقطة أسفل منطقة الراحة الأصلية .



شكل ١١٤ : خريطة الراحة - فيكتور أولجاى

وإذا كانت المنطقة حارة جافة فإن زيادة كمية من الرطوبة للهواء ، تؤدى إلى خفض درجة الحرارة حيث تستخدم كمية من الحرارة فى تبخير الرطوبة المضافة . وتوضح الخطوط أعلى الخريطة كميات البخار المطلوبة للحفاظ على حالة الراحة .

وأهم ما يميز خريطة الراحة عن غيرها من المقاييس أنها بالإضافة إلى توضيحها لموقع الجو بالنسبة لمنطقة الراحة بدلالة العناصر الأربعة الرئيسية ، فإنها أيضاً توضح إمكانية مرونة التحكم فى تلك العناصر . إذ تبين كيفية معالجة عنصر صعب التحكم فيه بواسطة التحكم فى عنصر آخر .

مثال تطبيقى (شكل ١١٥) :

١ - أعطت القياسات درجة حرارة جافة ٢٨° مئوية ورطوبة نسبية ٧٠٪ ، وتم توقيع النقطة (أ) على الخريطة ، فوجد أنها تقع فوق الحد الأعلى لمنطقة الراحة .

فإذا كانت الحرارة هى العنصر الذى يمكن التحكم فيه وليست الرطوبة ، فإن خفض درجة الحرارة بحوالى ٣° مئوية يحقق الراحة (نقطة أَ) .

وفى حالة عمد إمكانية التحكم فى كل من درجة الحرارة ونسبة الرطوبة ، وأمكن التحكم فى سرعة الهواء ، فإن هواء سرعته ٢ر٠ متر/ثانية كفيلة بتحقيق الراحة . وفى هذه الحالة ترتفع حدود منطقة الراحة إلى خط ٢ر٠ متر/ثانية .

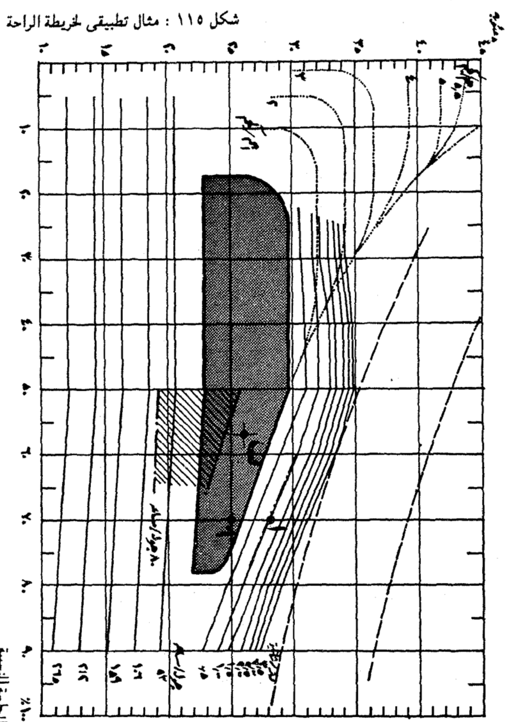
٢ - وتعطى درجة حرارة ٢٦° مئوية ورطوبة نسبية ٥٨٪ النقطة (ب) التى تقع ضمن منطقة الراحة ، وإذا وُجدت كمية من الإشعاع تعادل ٨٠ جول/ساعة فإن منطقة الراحة تنخفض بأكملها حتى هذا الخط ، ولكن النقطة (ب) تبقى فوق الحدود العلوية مما يدل على الزيادة فى الحرارة عن الحد المريح . ويكون علاج هذا إما بالتخلص من الأشعة الزائدة بالتظليل أو بإضافة هواء سرعته حوالى ٢ر٠ متر/ثانية يوازن انخفاض منطقة الراحة .

وتستخدم خريطة الراحة لدراسة جو منطقة معينة على مدار السنة ، ومعرفة الاحتياجات فى الشهور المختلفة للبقاء فى منطقة الراحة . وللوصول إلى أدق نتيجة يجب أن تكون المعلومات أدق ما يمكن . وفى حالة عدم توفر قراءات كثيرة يكتفى بالآتى :

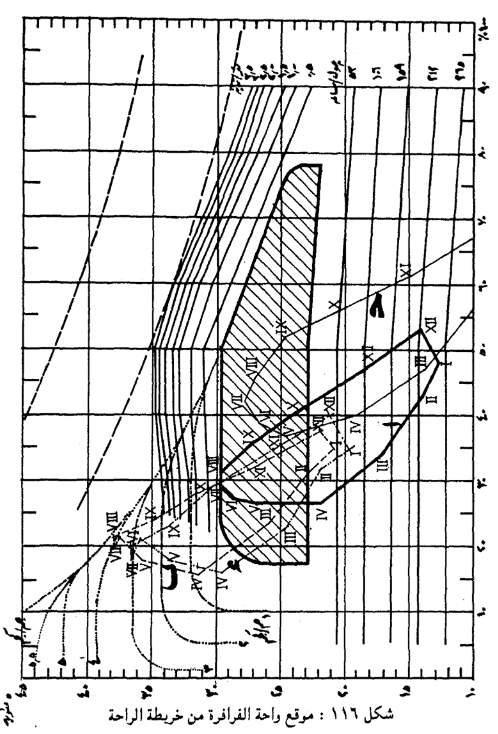
١ - أقصى درجة حرارة شهرية مع أقل درجة رطوبة شهرية .

٢ - المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة مع المتوسط الشهرى للرطوبة النسبية .

٣ - المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية الساعة السادسة صباحاً حيث تصل درجة الحرارة إلى أدناها والرطوبة إلى أعلاها .



شكل ١١٥ : مثال تطبيقى لخريطة الراحة



شكل ١١٦ : موقع واحة الفرافرة من خريطة الراحة

منحنى أ : المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة + المتوسط الشهرى للرطوبة النسبية

منحنى ب : أعلى درجة حرارة سُجلت + أقل رطوبة نسبية

منحنى جـ : القيم المسجلة الساعة السادسة صباحاً

منحنى د : القيم المسجلة الساعة الثانية عشرة ظهراً

٤ - المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية الساعة الثانية عشرة ظهراً وهى تمثل أعلى درجة حرارة وأقل رطوبة .

وتوقع النقط التى تبين تلك العلاقات لكل شهر ، ويمثل كل شهر بالرقم الرومانى المناظر بمعنى أن شهر يناير يأخذ رقم I وفبراير II وهكذا .

ويكون الناتج أربعة منحنيات مغلقة ، يمكن بوساطتها تحديد الأشهر الواقعة فى منطقة الراحة والأخرى الواقعة خارجها . وتجدر الإشارة إلى أنه فى نفس الشهر تتغير حالة الجو بالنسبة لمنطقة الراحة حسب ساعات اليوم .

وشكل ١١٦ يبين موقع مناخ واحة الفرافرة من منطقة الراحة .

وتوضح المنحنيات (أ) ، (جـ) أنه فى الفترة بين منتصف أكتوبر X وأبريل IV تكون هناك حاجة لإضافة كمية حرارة أو بمعنى آخر إشعاع لكى تبقى المنطقة فى مجال الراحة . كما توضح المنحنيات (ب) ، (د) أن جزءاً كبيراً من هذه الحرارة متوفر فى شهور مارس وأبريل وأكتوبر ومصدر ذلك الإشعاع الشمسى أثناء النهار ويمكن الاستفادة منها بترشيد استهلاك الطاقة الشمسية .

ويقع المناخ أثناء أشهر الصيف أعلى منطقة الراحة ، لكن المنحنيات تبين أنه من الممكن معالجته بالوسائل الطبيعية من خلال تزويد الهواء بكمية من الرطوبة تصل فى بعض الأشهر إلى ٤ جم/كجم ، ويمكن بزيادة سرعة الهواء إلى ٣,٥ متر/ثانية ، خفض درجة الحرارة فى شهور أبريل ومايو وسبتمبر وأكتوبر ونوفمبر وذلك فى الساعات التى يخرج فيها الجو عن منطقة الراحة .

وعموماً يتطلب الوصول إلى منطقة الراحة الآتى :

- إذا كان عدم الراحة ينتج عن نقصان الحرارة (تحت منطقة الراحة) ، ينبغى تلافى الفقدان الحرارى واستغلال الشمس والمصادر الداخلية لرفع درجة الحرارة.
- إذا كان عدم الراحة ينتج عن ارتفاع فى درجة الحرارة (فوق منطقة الراحة) ، يكون من الضرورى مقاومة اكتساب الحرارة ومحاولة التخلص منها إذا أمكن.
- إذا كان عدم الراحة ينتج عن ارتفاع الرطوبة ، ترفع سرعة الهواء ، أما إذا كان ينتج عن قلة الرطوبة فيكون ترطيب الجو .

ويمكن تحقيق تلك المتطلبات باللجوء للأساليب الميكانيكية من أجهزة تدفئة

وتكييف ، أو بمعالجة عناصر التصميم المختلفة لتحقيق التغير المطلوب ، وذلك بالاختيار السليم لمادة البناء وخلق المناخ المصغر الملائم ومراعاة التوجيه السليم والفتحات ، علاوة على ما سبق ذكره من استخدام الرطوبة والرياح .

جداول ماهونى للمعالجة المناخية Mahoney Tables :

عند دراسة البيانات الخاصة بالأرصاد الجوية فى منطقة ما وظهور تطابق الظروف المناخية مع أحد أنواع المناخ الحار الجاف أو الحار الرطب ، فإنه من السهل الوصول إلى تحديد صريح للمواصفات الخاصة بالمعالجة المناخية . أما بالنسبة للمناخ المركب فيلاحظ التناقض فى المعالجة المطلوبة لفصول السنة المختلفة . ومن هنا يتحتم اتباع نظام أو طريقة معينة لتقدير أهمية الاحتياجات المتناقضة ، حيث يجب أن تأخذ هذه الطريقة فى الاعتبار طبيعة وطول الفترة الخاصة بكل من الظروف المناخية المختلفة .

وبناء على هذا فقد أعد المهندس " ماهونى " سلسلة من الجداول يمكن بمساعدتها الوصول إلى مواصفات جاهزة للمعالجة المناخية لأنواع المناخ المركب أساساً ، كما يمكن استخدامها لأى نوع من أنواع المناخ الأخرى ، وهذه الجداول هى :

- جدول رقم [I] : يستخدم لتسجيل البيانات المناخية الأساسية لمنطقة الدراسة وهى البيانات الخاصة بدرجة الحرارة ، الرطوبة النسبية ، الرياح والمطر .
- جدول رقم [II] :تشخيص وتمييز طبيعة المناخ والوصول إلى المؤشرات الخاصة بعناصره.
- جدول رقم [III] : ترجمة المؤشرات إلى مواصفات جاهزة للاستعمال أو ما يسمى متطلبات التصميم المبدئى للمعالجة المناخية .

وفيما يلى شرح خطوات استعمال الجداول :

جدول رقم [I] تسجيل البيانات المناخية :

الموقع الجغرافى (جدول I - أ) :

١ - قبل توقيع البيانات المناخية فى الجداول الخاصة بها ، يحدد أولا موقع المكان أو المدينة بالنسبة لخطوط الطول والعرض الجغرافى ، وكذلك الارتفاع عن مستوى سطح البحر . وسوف تؤخذ هنا مدينة الخارجة

جدول I – أ

الموقع	مدينة الخارجة – الوادى الجديد
خط الطول	٣٤َ ٣٠ْ شرقاً
خط العرض	٢٦َ ٢٥ْ شمالاً
الارتفاع عن سطح البحر	–,٧٢ متر

بالوادى الجديد ، بصحراء مصر الغربية كمثال تطبيقى .

درجات *الحرارة* (جدول I – ب) :

٢ – توقع قيم المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة العظمى والصغرى فى السطر الأول والثانى من جدول الحرارة على التوالى ، ويلاحظ أن تكون القيم مقربة إلى أقرب ١/٢ درجة مئوية .

٣ – فى الخانة المنفصلة بالناحية اليسرى للجدول ، توقع أقصى وأدنى متوسط درجة حرارة خلال السنة (١٢ شهراً) .

٤ – تُجمع القيمتان فى الخطوة (٣) وتقسمان على ٢ لتعطيا المتوسط السنوى لدرجة الحرارة (م س ح) وتكتب القيمة فى الخانة المخصصة .

٥ – بطرح القيمتين فى الخطوة (٣) ينتج متوسط المدى السنوى لفرق درجات الحرارة (م س ف) وتكتب القيمة فى الخانة المخصصة .

جدول I – ب

درجة حرارة الهواء (مئوية)

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	أعلى	م س ح
المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة العظمى	٢٢	٢٤	٢٨	٣٣	٣٧,٥	٣٨,٥	٣٩	٣٩	٣٦,٥	٣٤	٢٨,٥	٢٤	٣٩	٢٢,٥
المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة العظمى	٦	٧	١١	١٥,٥	٢١	٢٣	٢٣	٢٣	٢١,٥	١٨,٥	١٣	٨	٦	٣٣
المتوسط الشهرى للمدى الحرارى	١٤	١٥,٥	١٩,٥	٢٤	٢٩	٣٠,٥	٣١	٣١	٢٩	٣٦	٢١	١٦	أدنى	م س ف

الرطوبة النسبية(جدول I – جـ) :

توقع بيانات الرطوبة النسبية (ر ن) فى الجدول الخاص بها كالتالى :

أ – المتوسط الشهرى لأقصى رطوبة نسبية (القراءات المسجلة فى السادسة صباحاً) ، وأدنى رطوبة نسبية (القراءات المسجلة فى الثانية ظهراً) فى السطر الأول والثانى للجدول على التوالى .

ب – تُجمع القراءتان لكل شهر وتقسم على ٢ لإعطاء المتوسط ، ويكتب فى السطر الثالث .

جـ – تحدد مجموعات الرطوبة النسبية لكل شهر (١ ، ٢ ، ٣ أو ٤) وذلك حسب التقسيم التالى :

المتوسط الشهرى للرطوبة النسبية : تحت ٣٠٪ = مجموعة ١

من ٣٠٪ إلى ٥٠٪ = مجموعة ٢

من ٥٠٪ إلى ٧٠٪ = مجموعة ٣

فوق ٧٠٪ = مجموعة ٤

وتكتب النتائج فى السطر الرابع :

جدول I – جـ

الرطوبة النسبية ٪

المتوسط الشهرى لأقصى رطوبة نسبية	٦١	٥٤	٤٦	٤٠	٣٧	٢٨	٣٩	٤٣	٤٧	٥١	٧٥	٦٢
المتوسط الشهرى لأدنى رطوبة نسبية	٣٥	٣٣	٢٦	٢٢	٢٢	٢٣	٢٢	٢٢	٢٥	٢٨	٢٣	٣٧
المتوسط العام	٤٨	٤٣,٥	٣٦	٣١	٢٩,٥	٣٠,٥	٣٠,٥	٣٢,٥	٣٦	٣٩,٥	٤٥	٤٩,٥
مجموعات الرطوبة النسبية	٢	٢	٢	٢	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢

مجموعة رطوبة ١	إذا كان متوسط الرطوبة النسبية أقل من ٣٠٪
٢	متوسط الرطوبة النسبية ٣٠٪ إلى ٥٠٪
٣	» » » ٥٠٪ إلى ٧٠٪
٤	» » » أعلى من ٧٠٪

كمية الأمطار ، واتجاهات الرياح (جدول I – د) :

د – يكتب المتوسط الشهرى لكمية الأمطار فى الجدول الخاص بالأمطار ، ويجمع متوسطات الـ ١٢ شهراً ينتج إجمالى كمية المطر فى السنة ، حيث تكتب فى خانة منفصلة بنهاية الجدول .

هـ – تكتب اتجاهات هبوب الرياح السائدة ، والثانوية لكل شهر من شهور السنة فى الجدول المخصص للرياح ، ولمزيد من الدقة يمكن الاستعانة ببوصلة ذات ١٦ نقطة اتجاه (إذا ما توفر ذلك) .

جدول I – د

الأمطار

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	اجمالى
الأمطار مم	١	٤	١	١	٣	١	٠	٠	٠	١	١	٤	١٧

الرياح

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
السائدة	ش	ش	ش	ش	ش	ش	ش	ش	ش	ش	ش	ش
الثانوية	ش ق	ش ق	ش ق	ش ق	ش ق	ش ق	ش غ	ش غ	ش ق	ش ق	ش ق	ش ق

ش = شمال ش ق = شمال شرق ش غ = شمال غرب

جدول رقم [II] التشخيص والاستنتاج والمؤشرات :

التشخيص Diagnosis (جدول II – أ) :

تتم الاستعانة بهذا الجدول فى عملية التشخيص وإظهار المؤشرات ، ويراعى اتباع الخطوات التالية :

١ – يكتب المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة العظمى والصغرى (تنقل من جدول I – ب) فى السطر الأول والرابع بالجدول على التوالى .

٢ – بالاستعانة بالجدول II – ب ، يمكن استنتاج الحد الأعلى والأدنى للراحة فى النهار والليل لكل شهر ، ذلك على أساس المتوسط السنوى للحرارة

(م س ح = ٢٢,٥° مئوية) ومجموعة الرطوبة النسبية لكل شهر وتكتب هذه القيم فى السطر ٢ ، ٣ ، ٥ ، ٦ من الجدول (II - أ) على التوالى .

٣ - بمقارنة قيم حدَّىِ الراحة للنهار بمتوسط درجة الحرارة العظمى ، وكذلك قيم حدَّىِ الراحة لليل بمتوسط درجة الحرارة الصغرى ، يمكن استنتاج الإجهاد الحرارى Thermal stress للنهار والليل حسب التقسيم التالى :

ح (حار) ، إذا كان المتوسط أعلى من الحد الأعلى للراحة

م (مريح) ، إذا كان المتوسط يقع بين حدَّىِ الراحة

ب (بارد) ، إذا كان المتوسط أقل من الحد الأدنى للراحة

التشخيص : درجة الحرارة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نولمبر	ديسمبر	م س ح
المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة العظمى	٢٢	٢٤	٢٨	٣٢	٣٧,٥	٣٨,٥	٣٩	٣٩	٣٦,٥	٣٤	٢٨,٥	٢٤	٢٢,٥
الراحة أثناء النهار : الحد الأعلى	٢١	٣١	٣١	٣١	٢٤	٣١	٢١	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١	
الحد الأدنى	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٦	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	٢٥	
المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة الصغرى	٦	٧	١١	١٥,٥	٢١	٢٣	٢٣	٢٣	٥١,٥	١٨,٥	١٣	٨	
الراحة أثناء الليل : الحد الأعلى	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	٢٥	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	
الحد الأدنى	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	
الالاجهاد الحرارى : نهاراً	ب	ب	م	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح	م	ب	
ليلاً	ب	ب	ب	ب	م	ح	ح	ح	م	ب	ب	ب	

ح = حار　　م = مريح　　ب = بارد

جدول II - أ

	م س ح > ٢٠° م		م س ح بين ١٥ – ٢٠		م س ح < ١٥° م	
حدود الراحة	نهاراً	ليلا	نهاراً	ليلا	نهاراً	ليلا
مجموعة الرطوبة ١	٣٤-٢٦	٢٥-١٧	٣٢-٢٣	٢٣-١٤	٣٠-٢١	٢١-١٢
٢	٣١-٢٥	٢٤-١٧	٣٠-٢٢	٢٢-١٤	٢٧-٢٠	٢٠-١٢
٣	٢٩-٢٣	٢٣-١٧	٢٨-٢١	٢١-١٤	٢٦-١٩	١٩-١٢
٤	٢٧-٢٢	٢١-١٧	٢٥-٢٠	٢٠-١٤	٢٤-١٨	١٨ ١٢

جدول II – ب

مثال : شهر يناير (مدينة الخارجة – الوادى الجديد) :

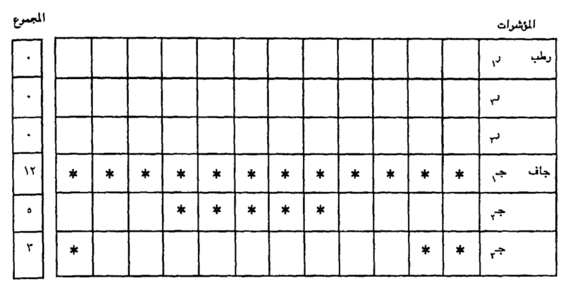
١ – متوسط درجة الحرارة العظمى = ٢٢° مئوية .

٢ – من جدول II – أ يتضح بالمقارنة أن متوسط درجة الحرارة العظمى أصغر من الحد الأدنى للراحة أثناء النهار هو ٢٥° مئوية وهذا يعنى أن الإجهاد الحرارى بالنهار = ب (بارد) .

وتتبع نفس طريقة المقارنة مع باقى الشهور .

المؤشرات Indicators (جدول II – جـ) :

بالاستعانة بمجموعة البيانات التى نتجت من الجداول السابقة مثل طبيعة ونتائج الإجهاد الحرارى وبعض الظروف المناخية المتميزة وفترة سريان كليهما ، يمكن توصيف بعض الاحتياطات الواجب اتخاذها فى التصميم ، وتوضح طريقة ماهونى ستة مؤشرات ، ثلاثة منها خاصة بالمنطقة الحارة الرطبة ر$_1$ ، ر$_2$ ، ر$_3$ والثلاثة الأخرى خاصة بالمنطقة الحارة الجافة جـ$_1$ ، جـ$_2$ ، جـ$_3$ ، وقد جُمعت فى جدول خاص (جدول مؤشر الاستخدام والاحتياطات) جدول (II – د) .



المؤشرات														المجموع
رطب	ر١													٠
	ر٢													٠
	ر٣													٠
جاف	ج١	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	١٢
	ج٢					*	*	*	*	*				٥
	ج٣	*	*										*	٣

جدول II – جـ

والطريقة المتبعة هى مراجعة جدول (II – أ) فيما يخص الإجهاد الحرارى (للنهار والليل) وكذلك مراجعة جدول رقم [I] بخصوص مجموعة الرطوبة النسبية (I – جـ) ، كذلك متوسط كمية المطر (I – د) ، والمتوسط الشهرى لمدى الفرق فى درجات الحرارة (I – أ) ومقارنة هذه البيانات بالجدول السابق الذكر (جدول II – د) ووضع علامة * فى حالة تطابق البيانات مع الجدول ، لكل خانة من خانات الشهور فى جدول المؤشرات (II – جـ) .

وفى العمود الأخير المنفصل من جدول المؤشرات يكتب إجمالى علامات * لكل سطر من الجدول ، وهذا يعنى عدد الأشهر التى يطبق فيها مؤشر الاستخدام (مثل وجوب الحماية من المطر أو أهمية وجود حركة هواء بداخل المبنى ... إلخ) .

والمثال التالى يوضح الخطوات المتبعة لتحقيق الجدول (II – جـ) بالنسبة لمدينة الخارجة :

١ – تراجع ر١ فى (جدول II – د) ، ومنه يتضح أن أساس الاستخدام هو :

أ – إما أن يكون الإجهاد الحرارى أثناء النهار (ح) أى حاراً مع وقوعها فى مجموعة الرطوبة ٤ .

وبمراجعة الجداول نجد أن الإجهاد الحرارى قد سجل (ح) فى بعض الشهور ولكن لم يسجل مجموعة رطوبة ٤ وعلى هذا لم تسجل أى علامة * .

ب - أو أن يكون الإجهاد الحرارى أثناء النهار (ح) وتكون مجموعة الرطوبة ٢ أو ٣ مع مدى حرارى شهرى أقل من ١٠° مئوية . وهو ما لا ينطبق على أىٍّ من الأشهر فى المثال .

لذلك لم توضع أى علامة * أمام ر١ فى جدول (II - جـ) .

ونفس الطريقة تراجع بقية المؤشرات .

أما وجود علامة * فى الجدول فقد تحقق فى الخانات جـ١ ، جـ٢ ، جـ٣ حيث الشروط الواجب توافرها بالنسبة لـ جـ١ مثلا هى :

وقوعها فى مجموعة الرطوبة ١ أو ٢ أو ٣ ، كذلك تخطى المدى الحرارى لـ ١٠° مئوية وهو ما تحقق بالنسبة لجميع شهور السنة .

	المؤشرات	الإجهاد الحرارى نهاراً	الإجهاد الحرارى ليلاً		مجموعة الرطوبة	المدى الحرارى الشهرى
حركة الهواء ضرورية	ر١	حار			٤	
		حار			٢ ، ٣	< ١٠°
حركة الهواء مرغوبة	ر٢	معتدل			٤	
الحماية من المطر ضرورية	ر٣			> ٢٠٠ مم		
الطاقة الحرارية مطلوبة	جـ١				١ ، ٢ ، ٣	> ١٠°
النوم فى الهواء الطلق مفضل	جـ٢		حار		١ ، ٢	
		حار	معتدل		١ ، ٢	> ١٠°
الحماية من البرد	جـ٣	بارد				

جدول II - د

جدول رقم [III] المواصفات والمتطلبات :

المواصفات الخاصة بالمعالجة المناخية Specifications :

وهذا الجدول يعطى للمصمم المتطلبات الخاصة بالمعالجة المناخية ، التى نتجت من جدول المؤشرات السابق ، وقد جُمعت هذه المتطلبات أو المواصفات فى ثمانية بنود أساسية خاصة بـ :

- الموقع العام (شكل المبنى)	Layout
- المسافات المتروكة بين المبانى	Spacing
- حركة الهواء	Air movement
- الفتحات	Openings
- الحوائط	Walls
- الأسطح	Roofs
- النوم خارج المبنى	Out-door sleeping
- الحماية من المطر	Rain protection

وبمراجعة الجدول بالنسبة لمثال مدينة الخارجة يلاحظ أن علامة * توضع فقط عندما تتطابق النتائج فى جدول المؤشرات الاجمالية المرسوم أعلى الجداول الخاصة بالمواصفات المطلوبة .

الخطوات المتبعة :

أ - ينقل مجموعة المؤشرات (الشهور) من جدول (II - جـ) إلى السطر الأول فى جدول III .

ب - فى حالة وقوع المؤشر بين القيم المعطاة فى جدول III . توضع علامة * فى الخانة الخاصة بالتوصيف (المتطلب) وفى نفس السطر .

إجمالى مجموع المؤشرات من جدول II					
ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
٠	٠	٠	١٢	٥	٣

وضع المبنى

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
التوجيه شمال جنوب (المحور الطولى شرق غرب)	١					١٠-٠		١٢-٥
تخطيط متضام ذو أحواش	٢	*				١٢، ١١		٤-٠

المسافات المتروكة

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
مسافات واسعة لتخلل الهواء	٣		١٢-١١					
مثل ٢ مع الحماية من الرياح الحارة والباردة	٤		١٠-٢					
تخطيط متضام	٥		١،٠					

حركة الهواء

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
الحجرات مرصوصة على صف واحد لتوفير حركة الهواء الدائمة	٦		١٢-١ ٢،١			٥-٠		
الحجرات مرصوصة على صفين وتتم حركة الهواء عند الحاجة	٧	*	٠	١٢،٢		١٢-٦		
لا حاجة لحركة الهواء	٨			١،٠				

الفتحات

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
فتحات عريضة ٤٠ - ٨٠٪	٩					١،٠		٠
فتحات صغيرة جداً ١٠ - ٢٠٪	١٠	*				١٢،١١		١،٠
فتحات متوسطة ٢٠ - ٤٠٪	١١		أى ظروف أخرى					

الحوائط

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
حوائط خفيفة تخلف زمنى قصير	١٢					٢-٠		
حوائط داخلية وخارجية ثقيلة	١٣	*				١٢-٣		

الأسطح

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
خفيفة ومعزولة	١٤					٥-٠		
أسطح ثقيلة - أكثر من ٨ ساعات تخلف زمنى	١٥	*				١٢-٦		

النوم فى الخارج

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
مطلوب مسطح للنوم فى الهواء الطلق	١٦	*					١٢-٢	

الحماية من المطر

البند	الرقم	*	ر١	ر٢	ر٣	ج١	ج٢	ج٣
الحماية من الأمطار الشديدة مطلوبة	١٧				١٢-٣			

جدول ماهونى III المواصفات المطلوبة

جـ - لا يحدد إلا متطلب واحد فقط تحت كل بند من البنود الثمانية فى الجدول ، ويحدد على أساس أسبقية انطباق المؤشر مع المدة المحددة للشهور أسفل خانات المؤشرات وذلك من اليمين للشمال .

د - فى بعض الحالات يمكن للمؤشر أن ينطبق أولا على متطلبين فى نفس الوقت ، وفى هذه الحالة تستمر المراجعة فى اتجاه الشمال ، حيث يحدد المؤشر التالى المتطلب النهائى .

مثال :

- فى جدول مجموع المؤشرات (جدول II - جـ) يلاحظ أن عدد الشهور فى خانة $جـ_1$ = ١٢ شهراً .

- تراجع الخانات الرأسية أسفل هذه الخانة وفى حالة التطابق معها توضع علامة * .

- وعلى هذا نجد علامة * فى خانات المتطلبات رقم ٢ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٥ ، ١٦ على التوالى .

- تراجع باقى الخانات على هذا الأساس .

الشرح التفصيلى للمتطلبات (المواصفات) :

يمكن شرح البنود المختلفة المدرجة فى العمود الأخير من جدول III كالتالى :

* الموقع العام (شكل المبنى) Layout :

يوجد احتمالان لحل شكل المبنى :

بند ١ - يأخذ المبنى اتجاه محور شرق - غرب ، وفى هذه الحالة فإن الواجهات الطولية للمبنى تواجه الشمال والجنوب لتقليل التعرض للشمس .

بند ٢ - يصمم المبنى حول حوش داخلى صغير ، إذا تطلب الأمر الاختزان الحرارى لمعظم فترات السنة ، أى عندما تسيطر فترة المناخ الحار الجاف.

* المسافات المتروكة بين المبانى Spacing :

يندرج تحت هذا البند ثلاثة احتمالات :

بند ٣ - ترك مسافات واسعة بين المبانى لتخلل الهواء ، ويقترح أن تكون المسافة بين صفين متوازيين من المبانى لا تقل عن ٥ مرات ارتفاع المبنى .

بند ٤ - إذا كان المطلوب هو تخلل الهواء لفترة معينة فى السنة ، فيمكن استعمال البند ٣ ولكن يجب الاحتياط للحماية من الرياح الباردة أو الساخنة المحملة بالأتربة ، وعلى هذا ينصح بمراجعة جدول التشخيص (جدول II - أ) واتجاهات هبوب الرياح (جدول I - د) .

بند ٥ - يُنصح باتباع التصميم المتضام Compact إذا كانت حركة الهواء المطلوبة غير ذات مغزى .

* حركة الهواء Air movement :

وهى تتأثر بترتيب ووضع المبانى كما يلى :

بند ٦ - توضع الغرف على ناحية واحدة ، وبفتحات فى الواجهة الشمالية والجنوبية لتأكيد التهوية المتخللة Cross Ventilation .

بند ٧ - بالإمكان وضع الغرف على جانبى الطرقة ، على أن يسمح التصميم بالتهوية المتخللة عند الحاجة . وفى حالة وجود محددات بالموقع تمنع التهوية المتخللة ، فيؤخذ فى الاعتبار تركيب مراوح سقف ، وهذا

يتطلب ألا يقل ارتفاع الغرفة عن ٢,٧٥ متر ، حيث إن هذا سوف يؤثر على شكل واقتصاديات التصميم .

بند ٨ – إذا كانت حركة الهواء غير أساسية ، ومطلوبة فقط لشهر على الأكثر ، يمكن وضع الغرف على الناحيتين ولا حاجة إلى التهوية المتخللة .

* الفتحات Openings :

تصنف الفتحات إلى ثلاثة أقسام :

بند ٩ – كبيرة بين ٤٠٪ إلى ٨٠٪ من مسطح الواجهة (حائط الغرفة) الشمالية أو الجنوبية ولا يحتاج إلى أن تكون زجاجية بالكامل ، ولكن يجب حمايتها من الشمس ، الزغللة والمطر ويستحسن استعمال مظلات أفقية .

بند ١٠ – صغيرة جداً ، أقل من ٢٠٪ من مسطح الحائط .

بند ١١ – متوسطة بين ٢٠٪ إلى ٤٠٪ من مسطح الحائط ، وتفضل الفتحات فى الحائط الشرقى إذا كان الموسم البارد طويلاً . وتفضل أيضاً الفتحات فى الغرب فى مناطق المناخ المعتدل والبارد ، ولكن لا ينصح بها أبداً فى المناطق الحارة تحت أى ظرف .

* الحوائط Walls :

يوجد قسمان لهذا البند :

بند ١٢ – الحوائط الخارجية خفيفة وقليلة الاختزان الحرارى ويندرج تحت هذا التوصيف :

أ – الحوائط الداخلية بالإمكان أن تكون خفيفة أيضاً وذلك فى المناطق التى يسود فيها المناخ الحار الجاف لفترة قصيرة .

ب - الحوائط الداخلية ثقيلة وسميكة ، وذلك فى المناطق ذات المناخ الحار الجاف الذى يصاحبه فرق فى المدى الحرارى السنوى أعلى من ٢٠° مئوية .

بند ١٣ - كلا الحوائط الداخلية والخارجية يجب أن تكون ثقيلة وسميكة massive .

* الأسطح Roofs :

تتميز بوجود نوعين أساسيين :

بند ١٤ - أسطح خفيفة ولكن معزولة جيداً ، قليلة الاختزان الحرارى Low Thermal Capacity .

بند ١٥ - سطح ثقيل ، جيد الاختزان الحرارى ليعطى فترة تخلف زمنى Time-lag لا تقل عن ٨ ساعات .

* النوم خارج المبنى Outdoor Sleeping :

يتطلب الأمر توفير أماكن للنوم خارج المنزل وهى :

بند ١٦ - الأسطح ، الشرفات والبلكونات أو الأحواش الداخلية ، حتى يتوفر للنائم أطول وقت بارد أثناء الليل (وقت السمت) حيث تزداد فقدان الحرارة بالإشعاع .

* الحماية من المطر Rain Protection :

فى حالة تساقط المطر باستمرار وبشدة ، يتطلب الأمر بعض الاحتياطات مثل الفراندات العميقة ، المظلات ، الممرات المغطاة (البواكى) .

إجمالى مجموع المؤشرات من جدول II					
ج٣	ج٢	ج١	م٣	م٢	م١
٣	٥	١٢	٠	٠	٠

حجم الفتحة بالنسبة للحائط

التوصية	رقم	*	ج٣	ج٢	ج١	م٣	م٢	م١
عريض ٤٠ – ٨٠٪	١		٠		١٠٠			
متوسط ٢٥ – ٤٠٪	٢	*	١٢-١					
					٥-٢			
صغير ١٥ – ٢٥٪	٣				١٠-٦			
صغير جداً ١٠ – ٢٠٪	٤	*	٢-٠		١٢،١١			
متوسط ٢٥ – ٤٠٪	٥	*	١٢-٤					

مكان وضع الفتحات

التوصية	رقم	*	ج٣	ج٢	ج١	م٣	م٢	م١
فى الحوائط الشمالية والجنوبية على ارتفاع جسم الإنسان فى اتجاه هبوب الرياح	٦							١٢-٢
					٥-٠			٢-١
مثلما سبق ، توضع الفتحات أيضاً فى الحوائط الداخلية	٧	*			١٢-٦			
							١٢-٢	٠

حماية الفتحات

التوصية	رقم	*	ج٣	ج٢	ج١	م٣	م٢	م١
التخلص من أشعة الشمس المباشرة	٨		٢-٠					
توفير الحماية من الأمطار	٩					١٢-٢		

الحوائط والأرضيات

التوصية	رقم	*	ج٣	ج٢	ج١	م٣	م٢	م١
خفيفة ذات قدرة اختزان حرارة منخفضة	١٠				٢-٠			
ثقيلة ذات تخلف زمنى أكبر ٨ ساعات	١١	*			١٢-٣			

الأسطح

التوصية	رقم	*	ج٣	ج٢	ج١	م٣	م٢	م١
خفيفة ، أسطح عاكسة ، مفرغة	١٢				٢-٠			١٢-١٠
خفيفة معزولة جيداً	١٣	*			١٢-٣			
					٥-٠			٩،٠
ثقيلة ذات تخلف زمنى أكبر من ٨ ساعات	١٤	*			١٢-٦			

الملامح الخارجية

التوصية	رقم	*	ج٣	ج٢	ج١	م٣	م٢	م١
مكان للنوم فى الهواء الطلق	١٥	*		١٢-١				
تصريف مناسب لمياه الأمطار	١٦					١٢-١		

جدول ماهونى IV توصيات خاصة بالتفاصيل

جدول رقم IV توصيات خاصة بالتفاصيل المعمارية :

لاستكمال سلسلة جداول ماهونى فإن جدول رقم IV يعطى التوصيات الخاصة بتصميم عناصر المبنى . والعمود الأخير من الجدول يوضح هذه التوصيات وهى تشمل :

- مسطح الفتحات
- وضع الفتحات
- حماية الفتحات
- الحوائط والأرضيات
- السطح
- الملامح الخارجية
- الملامح الخارجية

ولاستعمال الجدول تتبع الخطوات التالية :

أ - ينقل مجموع المؤشرات (الشهور) من الجدول II إلى السطر الأول فى جدول IV تماماً كما جدول III .

ب - عند وقوع المؤشر بين القيم المعطاة للبنود فى العمود أسفل خانة المؤشر توضع علامة * إلى يمين خانة القيمة وعلى نفس الخط .

جـ - لا ينظر إلى علامة * الزائدة (أى فى حالة ازدواجيتها) وذلك فى حالة تعدد انطباق مؤشرات أخرى على نفس البند . حيث إن الجدول يعطى توصية لبند واحد فقط تحت أربعة عناصر من الستة المذكورة سلفاً (الاستثناء من ذلك هما عناصر حماية الفتحات والملامح الخارجية) .

وفى حالة حدوث تعارض بين الجدول III والجدول IV فإن الأخير له الأولوية .

شرح التوصيات :

مسطح الفتحات

بند ١ - مسطحات كبيرة حوالى ٤٠ إلى ٨٠٪ من مساحة الحائط ، تستعمل فى حالة الحاجة إلى اختزان حرارى ليس لأزيد من شهر واحد فى السنة (جـ١) وعندما لا يوجد موسم بارد (فصل شتاء) جـ٣ .

بند ٢ - مسطحات متوسطة حوالى ٢٥ إلى ٤٠٪ من مساحة الحائط ، تستعمل فى حالة الحاجة إلى اختزان حرارى ليس لأزيد من شهر ويوجد موسم بارد ، أو فى حالة الحاجة إلى اختزان حرارى لفترة من شهرين إلى ٥ أشهر .

بند ٣ - مسطحات صغيرة ، حوالى ١٥ إلى ٢٥٪ من مساحة الحائط ، تستعمل فى حالة الحاجة إلى اختزان حرارى لفترة من ٦ أشهر حيث ١٠ شهور .

بند ٤ - مسطحات صغيرة جداً ، حوالى ١٠٪ إلى ٢٠٪ من مساحة الحائط، تستعمل فى حالة الحاجة إلى اختزان حرارى على مدار السنة (من ١١ إلى ١٢ شهراً) والموسم البارد لا يزيد عن ٣ أشهر .

بند ٥ - المسطحات المتوسطة (مثل بند ٢) يوصى بها أيضاً فى حالة الحاجة إلى اختزان حرارى على مدار السنة ويفضل تعرض فراغ الغرفة لأشعة الشمس فى فصل الشتاء لفترة لا تزيد عن ٤ أشهر .

وضع الفتحات :

بند ٦ - إذا كانت الحاجة ضرورية إلى حركة الهواء الداخلية لفترة من ٣ أشهر فأكثر (ر١) أو لفترة أقل ولكن مطلوب اختزان حرارى لفترة أقل من ٦ أشهر (جـ١) - يجب أن توضع الفتحات حتى يمكن أن توجه

حركة الهواء عند هبوبه ، ويفضل التوجيه شمال جنوب ، ويراعى أن تكون الأفضلية فى هذه الحالة للتوجيه للهواء عن التوجيه لأشعة الشمس .

بند ٧ - إذا كانت الحاجة ضرورية إلى حركة الهواء لفترة شهر أو شهرين فقط مع الحاجة إلى الاختزان الحرارى لأكثر من ٦ أشهر - أو إذا كانت حركة الهواء غير ضرورية ولكن مرغوبة فقط لشهرين أو أكثر (جـ٣) - فيمكن أن تصمم الغرف على جانبى الطرقة مع مراعاة أن تكون بالحوائط الداخلية فتحات علوية كافية ، وفى هذه الحالة فإن التوجيه الأمثل لأشعة الشمس (الشمال والجنوب) يأخذ الأفضلية عن التوجيه للهواء .

حماية الفتحات :

بند ٨ - يوصى بالحماية التامة من الإشعاع الشمسى على مدار السنة ، وذلك إذا لم يوجد موسم بارد أو لا تزيد فترته عن شهرين على الأكثر . وفى حالة وجود موسم البرد لفترة أطول يمكن استنتاج فترة الإظلال كما شرحت فى الفصل الثانى ، على أنه يجب السماح لأشعة الشمس بتشميس عناصر المبنى خلال موسم البرد .

بند ٩ - يُوصى بحماية الفتحات من الأمطار إذا زادت الكمية الساقطة عن ٢٠٠ مم فى أكثر من شهر (ر٣) ويلاحظ اختبار تأثير الفتحات بالنسبة للبند ٨ و ٩ على حركة الهواء الداخلية .

الحوائط والأرضيات :

بند ١٠ - يوصى باستخدام الحوائط والقواطيع الخفيفة فى حالة الحاجة إلى الاختزان الحرارى لفترة شهرين فى السنة أو أقل . وهذا يمكن

تحقيقه باستخدام بلاطات أو طوب مفرغ بنسبة فراغات أزيد من ٤٠٪ ، أو باستخدام حوائط رفيعة مصمتة (مثل الحوائط الخرسانية سمك ٥ سم) أو باستخدام القواطيع المصنعة (ساندوتش بانلز) على أن يكون الوجه الخارجى ذا سطح عاكس .

بند ١١ - يوصى باستخدام الحوائط والقواطيع الثقيلة فى حالة الحاجة إلى الاختزان الحرارى لفترة أكثر من شهرين فى السنة ، ويستخدم فى ذلك قوالب الطوب ، البلوكات الأسمنتية أو الطوب الطفلى بسمك ٣٠ سم . ويمكن الاكتفاء بحوائط ذات سمك ١٠ سم أو أقل إذا كانت معزولة من الخارج .

السطح :

بند ١٢ - تستخدم الأسطح الخفيفة فى حالة الحاجة إلى حركة الهواء (ر١) لفترة ١٠ - إلى ١٢ شهر وكذلك إذا كان الاختزان الحرارى المطلوب لفترة أقل من شهرين . ويشترط ألا تتعدى فترة التخلف الزمنى لمادة السطح عن ٣ ساعات . وكذلك ينبغى أن تكون ذات سطح عاكس ومعزولة جيداً . ومن المفضل وجود مادة حشو عازلة بين طبقات أرضية السطح .

القيمة (λ) أى معامل التوصيل الحرارى للسطح والسقف معاً يجب أن تكون فى حدود النطاق ١ وات/متر٢ . درجة مئوية .

بند ١٣ - فى حالة وجود نفس المتطلبات الخاصة بحركة الهواء كما فى بند ١٢ ، وكذلك إذا كان الاختزان الحرارى المطلوب أكثر من ٣ أشهر . أو إذا كانت حركة الهواء مطلوبة لأقل من ٩ أشهر والاختزان الحرارى المطلوب لفترة أقل من ٥ أشهر ، فإن بالإمكان استخدام

الأسطح الخفيفة أيضاً ولكن يجب الاهتمام بالعزل الحرارى الجيد .
ويجب أن لا يتعدى إجمالى القيمة ٨ر٠ وات/م٢ . درجة مئوية .
ويمكن الحصول على هذه النتيجة باستخدام ألواح عاكسة (الوجه الخارجى) ومادة مبطنة عازلة للسقف (بسمك حوالى ٢,٥ سم).

بند ١٤ - فى جميع الحالات الأخرى يجب استعمال أسطح سميكة مصمتة ذات تخلف زمنى لساعات عديدة (٨ ساعات أو أكثر) .

الملامح الخارجية :

بند ١٥ - إذا كان المؤشر (جـ٢) واحداً أو أكثر (فى عدد الشهور) ، فينبغى إعداد مكان للنوم فى الهواء الطلق وفى الغالب يكون على السطح ، حيث يجب نهو أرضيته بمواد (بلاطات) تسمح بهذا الاستخدام والمشى عليه .

بند ١٦ - فى المناطق ذات الأمطار الشديدة (ر٣) التى تحدث ولو لشهر واحد فى السنة يجب عمل الاحتياطات اللازمة لصرف السطح ، كما يجب العناية باستواء السطح وعدم وجود منخفضات تتجمع بها المياه ويتوالد بها البعوض . وفى المبانى قليلة التكاليف يمكن أن يتم تصريف المطر عن طريق بروز السطح وميوله للخارج مادام المبنى محاطاً برصيف من ترابيع خرسانية بعرض لا يقل عن ٥٠ سم وذات ميول للخارج أيضاً .

الخلاصة :

تعتبر جداول ماهونى وسيلة مساعدة للتصميم المبدئى مع أخذ عامل المناخ فى الاعتبار . وهى ليست وسيلة ميكانيكية للتفكير ولكن يجب استيعاب منطقية الطريقة وفهم مغزاها .

وملخص الطريقة بوجه عام هو :

فى جدول رقم I يتم تسجيل العناصر المناخية الأساسية المسجلة لمنطقة البحث بطريقة مبسطة .

وفى جدول رقم II يتم تشخيص طبيعة الإجهاد الحرارى ، وكذلك المدى الزمنى (شهور) التى تحتاج إلى تحكم حرارى خاص بواسطة المؤشرات .

وفى جدول III ، IV يتم فحص ومراجعة هذه المؤشرات وإيجاد العلاقة فيما بينها ، لتغطى المتطلبات .

ولا يختلف الأمر إذا استخدمت هذه المتطلبات كأساس للتصميم ، أو مجرد مواصفات للتنفيذ . وعلى أى حال يجب استخدامها كمحددات بالإضافة إلى العوامل الأخرى غير المناخية المؤثرة ، وذلك لصياغة ورسم التصميم المعمارى .

والطريقة نفسها سريعة وشاملة بالإضافة إلى احتوائها على حلول وسط . وبالإمكان مصادفة أن يكون التصميم الناتج لم يتحقق بالدرجة المطلوبة ، وهذا لا يعنى التجنى على الطريقة وإنما يعنى ببساطة أن التصميم المناخى لم يتكامل مع مرحلة التصميم المبدئى .

وفى الغالب فإن استعمال الوسائل الطبيعية فى التحكم المناخى لا يمكن تحاشيه ، ويمكن للطريقة السابقة بما فيها من عناصر التصميم المقترحة أن تزيد من الملامح الإيجابية فى الفكرة المعمارية وتقلل من الملامح السلبية فيها .

* * *

الفصل التاسع : توصيات خاصة بالتخطيط والتصميم فى المناطق الحارة

- مقدمة
- المناطق الحارة الجافة
  * التخطيط العمرانى
  * المبنى
- المناطق الحارة الرطبة
  * التخطيط العمرانى
  * المبنى

الفصل التاسع

توصيات خاصة بالتخطيط والتصميم في المناطق الحارة

مقدمة

فى النقاط السابقة تم بحث العناصر المناخية التى تؤثر فى التصميم وكيفية الحماية منها بل وتطويعها لراحة الإنسان ، حيث درست العلاقة بين احتياجاته من كل عنصر حسب الأنشطة التى يقوم بها والظروف المناخية المناسبة لتحقيق الراحة له داخل المبانى ، الأمر الذى يعد من أهم أهداف التصميم إن لم يكن أهمها .

وتتعرض النقطة التالية لمجموعة التوصيات التى أمكن استخلاصها ، وذلك لتسهيل عملية اختيار النمط التخطيطى لكل من المناطق الحارة الجافة والحارة الرطبة .

المناطق الحارة الجافة :

التخطيط العمرانى Urban Planning :

- استخدام التخطيط المتضام Compact ، وذلك لتوفير أكبر قدر ممكن من الظلال التى تسقطها المبانى على بعضها البعض والناتجة عن اختلاف الارتفاعات والارتداد والبروزات فى الحوائط الخارجية . وهذا يفيد فى رفع نسبة الحجم / لمساحة الأسطح الخارجية ، وبالتالى الحفاظ على أكبر قدر ممكن من الفراغ الداخلى بعيداً عن الأحوال المناخية الخارجية .

- مراعاة عدم المبالغة فى اتساع الفراغات الخارجية ، حيث تمنع أشعة الشمس القوية استغلالها فى ممارسة النشاطات المختلفة ، إلا إذا ظللت كلها أو أجزاء منها . ويقتصر وجود الفراغات الأكبر نسبياً على مناطق الفصل بين الأحياء داخل المدينة ومناطق المراكز الرئيسية ، مع استخدام وسائل تظليل مناسبة لهذه الفراغات .

- الفراغات الصغيرة المتكررة أفضل من الفراغ الكبير الواحد ، نظراً لأن إمكانية التحكم بها تشجع قيام الأنشطة الخارجية ، وأيضاً يصبح من السهل تنسيقها والاهتمام بنظافتها .

- محاولة جعل ممرات المشاة أقصر ما يمكن ، وذلك بتعدد استخدامات عنصر الخدمة الواحد ، مع جعلها ضيقة ما أمكن ومراعاة تظليلها بغرض الحماية من الشمس ، وذلك إما بواسطة بواكى أو أشجار .

- استخدام الأشجار والمسطحات الخضراء والمسطحات المائية مما يرفع من الرطوبة النسبية فى الهواء ويؤدى إلى تنقية الجو من ذرات الأتربة والرمال وعناصر التلوث العالقة به ، وعلاوة على ما تسببه الأشجار من زيادة فى مسطحات الظلال فإن المسطحات الخضراء تؤدى إلى الإقلال من قوة العكس وبالتالى التحكم فى الزغللة . وفى حالة وجود عواصف رملية أو ترابية موسمية مثل رياح الخماسين فى مصر ، ينصح بعمل أحزمة كثيفة من الأشجار فى مواجهة تلك الرياح تعمل كمرشحات للهواء ، وتستغل فى تحويل اتجاه الريح ، ويستخدم المناخ المصغر فى تحسين الهواء قبل وصوله إلى المبنى .

المبنى The Building :

التوجيه Orientation :

يخضع اختيار التوجيه لمبانى هذا الإقليم لاعتبارات الشمس أكثر من خضوعه لاعتبارات حركة الرياح ، وذلك لضمان توفير أكبر قدر من الظلال والبعد عن الهواء الجاف الساخن الذى تتميز به المنطقة ، ويستحسن أن يمر الهواء على مناطق رطبة أو مظللة قبل وصوله إلى المبنى . من هذا المنطلق يكون التوجيه الأمثل للفتحات هو الشمال ، ويأتى التوجيه إلى الجنوب بعد ذلك فى المرتبة حيث تكون عملية التظليل أسهل ما يمكن ، ويمكن أن يمتد إلى ٢٥° جنوب شرقى .

ويجب تلافى الفتحات المواجهة للغرب ما أمكن . كما يجب تلافى وضع المسطحات المائية فى الغرب أو الشمال لتفادى الانعكاسات المؤدية للزغللة .

ويعطى الحوش الداخلى إمكانية أكبر لتوجيه الفتحات فى الاتجاهات السليمة كما ينظم عملية التبادل الحرارى للمنزل .

شكل المبنى Building Form :

ينصح فى هذه المناطق باختيار شكل المبنى الذى لا يأخذ استطالة وذلك فى حالة استعمال نمط التجميع المتضام ، حيث يحقق أكبر قدر من الفراغات الداخلية بعيداً عن الأحوال المناخية الخارجية . وبذلك يحقق الاستقرار الحرارى الداخلى ، وإذا وجدت الاستطالة فتكون غالباً للمبانى القائمة بذاتها ، وتكون فى اتجاه شرق - غرب حيث يكون أكبر قدر من طول الواجهات شمالى فلا تشكل أشعة الشمس مشكلة ، وجنوبى حيث يكون التظليل أسهل . وشكل المبنى ذو الكتل المركبة المسقطة للظلال هو المرغوب فى مثل هذه المناطق كما تفضل التصميمات القائمة مباشرة على سطح الأرض أو أسفلها ، خاصة البيوت السكنية التى يمكن إقامتها كلها أو جزء منها تحت سطح الأرض ، وذلك للتقليل بقدر الإمكان من الانتقال الحرارى للداخل .

مواد البناء Building Materials :

يفضل استخدام مواد البناء ذات السعة الحرارية العالية ، التى يمكن زيادتها بزيادة سمك الحائط ، وذلك للتغلب على خاصية المدى الحرارى الكبير الذى تتميز به المنطقة الحارة الجافة . ويفيد استخدام مواد العزل الحرارى (مثل السيلتون) حيث توضع فوق بلاطة السطح وبين مواد بناء الحوائط .

يفضل أيضاً استخدام النهو الخشن مثل الطوب البارز وذلك لمضاعفة الظلال مع الألوان الفاتحة ، لأن اللون الفاتح المظلل له تأثير حسن فى عكس الحرارة وعدم التسبب فى الزغللة .

ويجب تلافى الأسطح ذات قوة العكس العالية مثل المرايا والأسطح الملساء فاتحة اللون . ويستحسن استعمال ألوان غامقة حول فتحات الشبابيك لتلافى الانعكاسات الى الداخل .

تصميم المبنى Building Design :

توضع العناصر غير دائمة الاستعمال مثل المخازن ، دورات المياه ، المطابخ فى الجهة الغربية وذلك لعزل الحرارة ، كما تعزل المناطق ذات الأنشطة المولدة للحرارة ، وفى المبانى العامة تستعمل الردهات لتحقيق التدرج الحرارى .

ويمكن استخدام طرق إنشاء ومواد بناء مختلفة فى نفس المبنى حسب استعمال الفراغ ، فالفراغات المستعملة طول اليوم أو نهاراً تكون حوائطها سميكة وسعتها الحرارية عالية . أما الفراغات ذات الاستخدام القليل والليلى (صيفاً) فتكون من المواد الخفيفة ذات السعة الحرارية المنخفضة ، ويحقق ذلك توفيراً فى مادة البناء وتلافياً للحرارة الشديدة التى تشعها الحوائط السميكة بعد الغروب صيفاً .

ويستحسن عدم زيادة الحمل الحرارى بالداخل وذلك بفصل الجزء المستعمل من بعض الأجهزة عن موتوراتها التى تصدر حرارة ووضع تلك الأجزاء فى الخارج .

الإضاءة الطبيعية وتصميم الفتحات Daylight and Openings Design :

الإضاءة الشمالية مطلوبة فى مناطق العمل اليدوى أو المكتبى . ويجب أن تكون الفتحات على جميع الاتجاهات الأخرى مظللة .

كما يجب العناية بتصميم الإضاءة الداخلية ، لدرجة أن الفتحات الصغيرة مطلوبة مع تطلب الأمر حداً أدنى لشدة الإضاءة . وتساعد الألوان الفاتحة فى توزيع الإضاءة بانتظام . وإذا لزم الأمر استخدام إضاءة صناعية تكون من لمبات الفلورسنت غير المُصدر للحرارة .

المناطق الحارة الرطبة :

التخطيط العمرانى :

يلعب الهواء وحركته الدور الرئيسى فى تحديد شكل التخطيط الذى يفضل أن يتبع المبادىء الآتية :

- يراعى أن تكون المبانى متناثرة ومتباعدة حتى لا تعوق حركة الهواء .
- حماية ممرات المشاه والفراغات بين المبانى من الشمس والمطر ، ولكن مع مراعاة عدم إعاقة حركة الهواء .
- بالنسبة لمنطقة مركز التجمع الحضرى ، يراعى ألا تكون ارتفاعات المبانى به عالية ، وذلك لأن التهوية الطبيعية الجيدة تؤدى إلى الاستغناء عن التكييف الصناعى .
- تكون الشوارع طويلة ومستقيمة لمساعدة حركة الهواء مع الاهتمام بنظام تجميع مياه الأمطار فى حالة استعمالها أو تصريف الزائد منها .

ويساعد تنسيق الموقع فى توجيه حركة الهواء وتبريده قبل الوصول إلى المبنى .

المبنى :

التوجيه :

تخضع اعتبارات توجيه المبانى فى المنطقة الحارة الرطبة لاعتبارات الرياح أكثر من الشمس ، حيث يمكن معالجة تأثير الأخيرة بطرق متعددة . وفى حالة تكييف المبنى ميكانيكياً تعود الشمس لتأخذ الاعتبار الأول فى التصميم .

وتحت جميع الظروف يجب أن تتم تهوية المبنى بهدف التبريد . كما يكون من المهم تظليل الواجهات الشرقية والغربية على حد سواء .

شكل المبنى :

يستحسن أن يأخذ شكل المبنى استطالة فى اتجاه شرق - غرب فذلك يزيد كثيراً من مسطح الواجهات الخارجية ويسهل عملية التهوية .

ويأخذ سقف المبنى الشكل المائل للتخلص من الأمطار إلا إذا كان هناك غرض للاستفادة به .

وتساعد التراسات والبلكونات والممرات الخارجية المظللة ببروزات حركة الهواء الأفقية ، بينما تساعد أبيار المصاعد والسلالم سريان الهواء فى الاتجاه الرأسى .

كما يجب رفع مستوى أرضية الدور الأرضى عن سطح الأرض ، على أعمدة وبدون ردم وذلك للبعد عن الأرض الرطبة .

ويراعى عند تنسيق وضع الأشجار مع المبنى أن تكون كافية لتظليل معظمه ، مع تجنب الأشجار الكثيفة التى تعوق حركة الهواء .

طرق الإنشاء ومواد البناء :

نظراً لصغر المدى الحرارى اليومى لتلك المناطق حيث يتراوح بين ٥ - ٧° مئوية ، فإن الغلاف ذا التخلف الزمنى الطويل يصبح غير ضرورى ، بل فى بعض الأحيان غير مرغوب فيه . والمواد المناسبة للبناء هى المواد ضعيفة التوصيل الحرارى مثل الخشب والبلاستيك وأحياناً الألمنيوم الذى يستعمل لخفته . ولتلافى تآكل تلك المواد يجب تهوية المبنى جيداً وباستمرار للتخلص من الرطوبة الزائدة التى تؤدى مع الحرارة إلى هذه النتيجة .

ويراعى الاهتمام بتنظيف الشبك السلك المغطى للفتحات لمنع الحشرات ، وذلك للاحتفاظ بحركة سريان الهواء مستمرة فى الغرف ، كما يجب استعمال المواد الكيماوية المضادة للحشرات والآفات المنتشرة فى تلك المناطق .

- يستحسن استعمال مواد النهو الخارجى فاتحة اللون .

- يفضل استعمال السقف المزدوج الذى يترك فراغاً بين جزأيه ، وذلك لكى يمر فيه تيار الهواء وما يحققه هذا من استمرار التهوية التبريدية حول المبنى .

تصميم المبنى :

- يجب أن تحظى جميع الفراغات المعيشية بفتحتين خارجيتين على الأقل .

كما توضع كل من المطابخ والحمامات والمخازن على واجهة المبنى الخلفية غير المواجهة لاتجاه الريح . ويراعى سحب الهواء الساخن من المطبخ بواسطة مداخن أو شفاطات هواء وذلك لتخفيف الحمل الحرارى .

تصميم الفتحات :

تساعد الفتحات الكبيرة العالية والتى قد تمتد من الأرضية إلى السقف فى حركة سريان الهواء . ونظراً لطول فترة الصيف فى تلك المناطق تكون الشبابيك العلوية المتحركة التى تسهل عملية التهوية مستحبة مع مراعاة حمايتها من أشعة الشمس .

* * *

الفصل العاشر : أمثلة قديمة وحديثة على مبانٍ فى المناطق الحارة

- مدينة الخارجة - الوادى الجديد
- حي البستكية بمدينة دبى
- جزيرة بالى بأندونسيا
- مثال لمسكن بالجهود الذاتية بكمبوديا
- استخدام الطاقة الشمسية فى التدفئة والتبريد برنستون - الولايات المتحدة الأمريكية

الفصل العاشر

أمثلة قديمة وحديثة على مبانٍ فى المناطق الحارة

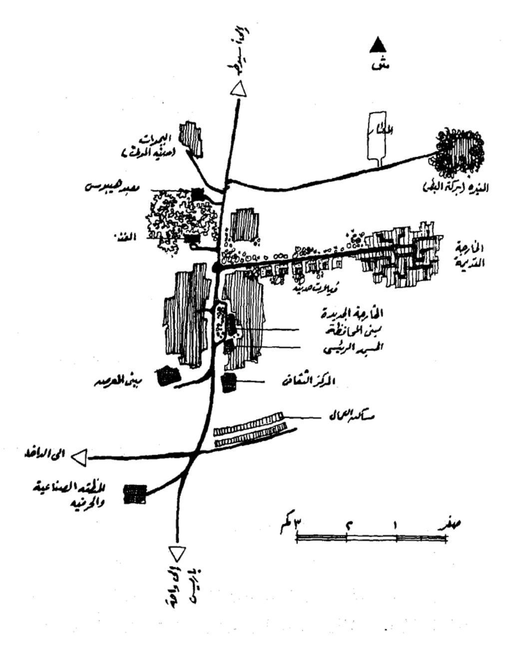
تحاول الأمثلة التالية توضيح محاولات الإنسان فى التغلب على الظروف المناخية القاسية والتكيف معها بل ومحاولة الاستفادة بها ، وذلك فى ثلاثة نماذج فى أقاليم مناخية مختلفة وهى : الإقليم الحار الجاف فى الواحات الخارجة بمصر والإقليم الصحراوى ذو الرطوبة العالية صيفاً وذلك بمدينة دبى على الخليج العربى ثم الإقليم الحار الرطب فى جزيرة بالى بأندونيسيا .

وعلاوة على إظهار استخدام العناصر المعمارية ومواد البناء فى المبانى التقليدية فى تلك المناطق والتى أثبتت نجاحها على مدى السنين فإن المثالين الرابع والخامس بكمبوديا وبرنستون بالولايات المتحدة على التوالى يبرزان محاولتين فى العصر الحديث لتطوير الأفكار والمواد التقليدية بل وطريقة البناء التى استخدمت بنجاح على مر السنين للوصول إلى أنسب الطرق للمعالجة المناخية دون اللجوء للوسائل الميكانيكية مع تلافى الصفات التى لم تعد تناسب ظروف وحياة العصر الحديث .

مدينة الخارجة - الوادى الجديد :

الموقع الجغرافى (شكل ١١٧) :

تقع مدينة الخارجة بصحراء مصر الغربية على خط عرض ٢٦ ٢٥° شمالاً ، وهى عاصمة محافظة الوادى الجديد ، حيث تعرف منذ القدم كإحدى الواحات الخمس الكبرى فى الصحراء الغربية . وتتصل بوادى النيل بطريق مرصوف طوله حوالى ٢٣٠ كم يبدأ من مدينة أسيوط ويتجه نحو الجنوب الغربى . والمنطقة معروفة بظروفها المناخية القاسية وخاصة خلال فصل الصيف وهى مثال متميز للأقليم الصحراوى الحار الجاف.



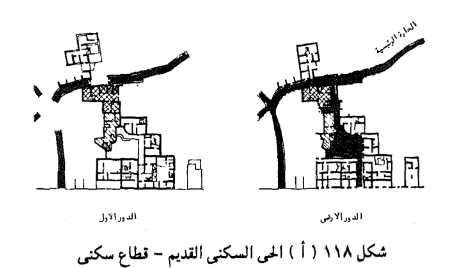
شكل ١١٧ : موقع مدينة الخارجة

والأمثلة المقدمة هى مجموعة نمطية لمنازل بالمنطقة القديمة بمدينة الخارجة ، حيث يتضح تأثير الظروف المناخية ، والعادات والتقاليد والمعتقدات الدينية على تصميم وطريقة بناء المسكن والمعالجة المناخية له .

الحى السكنى (شكل ١١٨) :

تعتبر منطقة الخارجة القديمة مثالا تقليدياً لبناء الأحياء السكنية فى المدن الإسلامية القديمة ، حيث تقوم أساساً على المسكن كخلية أولى فى بناء هيكلها العمرانى . ونتيجة لتأثير الدين والظروف المناخية فقد صممت عناصر المسكن بتوجيهها إلى الحوش الداخلى الذى يعتبر مركز النشاطات المعيشية اليومية محتفظاً بالخصوصية لأهل المنزل . وتتجمع مجموعة من المنازل لتبنى قطاع سكنى منغلق على نفسه هو الآخر ، ويسكن هذا القطاع عائلات متآلفة تتصل بعضها ببعض بصلة القرابة أو تنحدر بأصلها من إحدى القبائل القديمة أو حتى تنتمى إلى إحدى الطوائف الإسلامية . وهذا يعنى أن الشكل التخطيطى للحى السكنى يماثل الخلية الأولى (أو المسكن) المكونة له ، وهذا ما يظهر بوضوح فى المنطقة القديمة للخارجة ، حيث تنغلق على نفسها من خلال الحوائط الخارجية المصمتة للبيوت على المحيط الخارجى للحى وتغطية الممرات والطرق الداخلية للحى . وتتكون المنطقة القديمة كلها من عدد من هذه القطاعات السكنية ولكن من الملاحظ عدم وجود مركز حضرى لها .

أما السوق فيتداخل مع هذه القطاعات حيث يتألف من مجموعة من المحلات التجارية والمظلات تمتد مع الشارع الرئيسى الرابط للمجموعات السكنية ، الذى تقع عليه أيضاً المبانى العامة مثل المساجد ، ومدارس تحفيظ القرآن (الكتاتيب) ، الحمامات العامة ، الوحدة الصحية وعيون المياه . ومازالت أجزاء كبيرة من السور الذى كان يحيط بالخارجة القديمة باقية حيث كان يحمى أو يفصل المدينة بسكانها المستقرين عن مجموعات البدو الرحل ، التى كانت تتوقف قوافلها خارج الأسوار ويتم نقل حمولتها إلى السوق عن طريق الدواب .



شكل ١١٨ (أ) الحى السكنى القديم - قطاع سكنى



شكل ١١٨ (ب) واجهة على الشارع

ومن هذا نجد أن الفصل أو التحفظ والانغلاق للحياة الخاصة للمجتمع الإسلامى هو الأساسى فى تكوين النسيج العمرانى للمدينة ، فالمنزل يفصل الحياة الخاصة عن العامة والقطاع أو التجمع السكنى يفصل العائلات أو القبيلة عن الغرباء والمدينة تفصل أهلها المستقرين عن البدو الرحل .

وصف التخطيط :

يظهر تخطيط مدينة الخارجة القديمة مقارنة جيدة بين النمو العضوى للتجمعات السكنية وما هو متبع الآن فى الامتداد الحضرى للمدن القائم على النظام الشبكى فى الدول الغربية . فالسوق عبارة عن شارعين رئيسيين متعامدين وهذا هو الوضع الوحيد الغريب فى التخطيط العام للمدينة ، حيث يبدو أنه تأثير غربى خلال المائة سنة الأخيرة ، أو هو ما تبقى من التأثير الرومانى للمدن العسكرية الذى بالإمكان أن يكون قد أنتقل خلال حكم الرومان لمصر ووجودهم فى الواحة . ومن هذين الشارعين يتفرع العديد من الحارات الصغيرة التى تتشعب فى القطاعات السكنية ، وهى بعرض يكفى فقط لمرور حمارين محملين بجانب بعضهما البعض ، وبالإمكان أن يتغير هذا النسيج فى مواقع مختلفة إما بالامتداد الأفقى أو بالبناء فوق الحارات نفسها لمن يحتاج إلى إضافة مساحات لمسكنه . وقد كانت أبواب الحارات قليلة الارتفاع بحيث يتحتم على راكبى الدواب النزول للمرور منها .

وعلى العكس من نظم التخطيط فى الدول الغربية فإن الكتلة البنائية هنا هى المسيطرة على شبكة الطرق . كما أن شوارع الأحياء فى الخارجة القديمة يمكن تشبيهها بفرع الشجرة الذى يغذى الأوراق عليه وفى نفس الوقت ينمو ويسمح بظهور أوراق جديدة . أما فى نظم التخطيط الغربية فإنه يبدأ بتخطيط وإقامة الشوارع ثم تقسيم الأرض إلى قطع سكنية ثم يتم بناء المسكن .

المسكن (شكل ١١٩) :

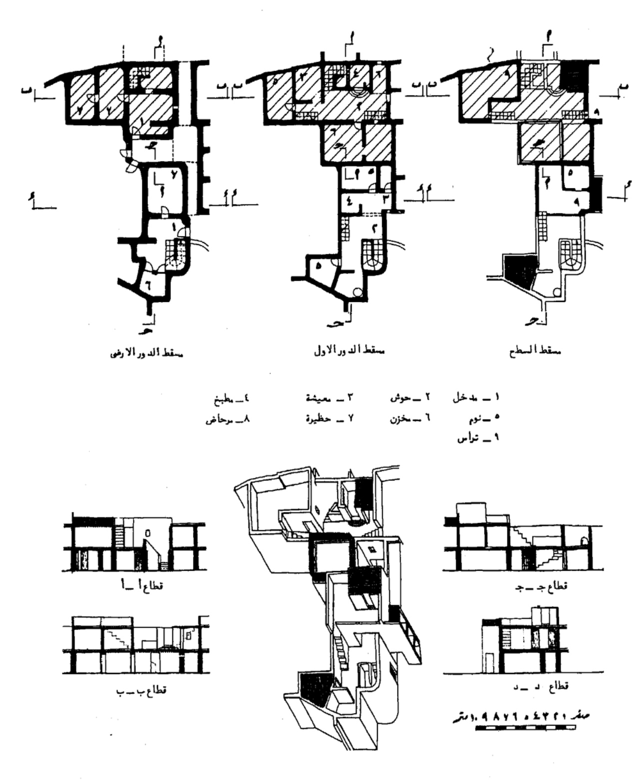
لكل أسرة بمدينة الخارجة القديمة منزلها الذى تمتلكه وتمارس فيه حياتها اليومية الخاصة بمعزل عن الآخرين ، وبرغم احتجاب المرأة عن الحياة العامة ، إلا أنها عنصر مشارك وفعال فى الأسرة نفسها .

وفى حالة العثور على مكان صالح لبناء المسكن ، فإن الأسرة تقرر بالكامل وبالمشاركة مع أحد بنائى المنطقة ، حجم وشكل المسكن المطلوب وفى أثناء التنفيذ تقوم الأسرة كلها أيضاً بمهمة البناء بالإضافة إلى مساعدة الأقارب والجيران .

ويتم البناء بالمواد المتاحة بالمنطقة وأهمها التربة الطفلية التى يصنع منها قوالب الطوب وتستعمل بعد تجفيفها فى الشمس . ويصل سمك الحوائط الحاملة المبنية من الطوب النى حتى ٨٠ أو ١٠٠ سم . أما القواطيع الداخلية التى تبنى أيضاً من الطين المخلوط بالبوص فتكون أقل من ذلك فى السمك . وبسبب النقص فى الأخشاب فإن تغطية السقف تسبب مشكلة كبيرة . وعموماً فليس من المتعارف عليه قطع أشجار النخيل المثمرة الموجودة فى المنطقة لتغطية سقف . ولهذا فإن الأشجار المتهالكة فقط هى التى تستعمل لهذا الغرض . ويمكن تقسيم جذع النخلة حتى ٤ أجزاء حسب الحاجة . وتوضع جذوع النخيل على الحائط الحامل على مسافات ٨٠ إلى ١٢٠ سم وتوضع على الجذوع ألواح متراصة من جذوع النخيل أو حصير من البوص ، ثم تتلوها طبقة من الطين حتى سمك ٢٠ سم . وغالباً ما يستعمل جذوع النخيل فى أكثر من مرة عند إعادة بناء المنزل فى حالة تهدمه . وذلك بسبب صلابتها وطول عمرها .

وتتحدد أبعاد الغرف والممرات حسب أطوال جذوع النخيل بعد تقطيعها ، حيث يمكن الحصول على أربعة أجزاء بطول -ر٢ متر للجزء (الممرات) أو نصفين بطول ٧٠ر٣ إلى -ر٤ متر للنصف (الغرف) .

ويتكون المسكن من مستويين أو ثلاثة تتصل بعضها ببعض بوساطة سلم ضيق من الطين .



شكل ١١٩ : مسكنان فى الخارجة القديمة

وينعكس البناء بالطين على شكل وكتلة المسكن من الخارج ، فيلاحظ أن الفتحات مجرد « ثقوب » فى الحوائط بدون زجاج أو شيش ، حيث يمكن تغطيتها فى فصل الشتاء (البارد ليلاً) بفروة خروف أو أى مادة ملائمة ، التى يمكن استعمالها أيضاً كمظلات للدكاكين لحمايتها من الشمس .

ويهتم صاحب المسكن برسم وزخرفة حوائط مسكنه المطلة على الشارع الرئيسى بينما لا يعطى نفس الاهتمام للحوائط المطلة على الشوارع الجانبية .

ويتم الوصول إلى المساكن عن طريق الحارات الضيقة المغطاة فى بعض أجزائها ، حيث تتجمع كل ثلاثة أو أربعة مداخل للمساكن حول مساحة أمامية جانبية عن المسار فى الحارة ومدخل المسكن معتم ويؤدى إلى غرف التخزين وحظيرة الماشية ، ويتصل الدور الأول بالأرضى عن طريق سلم داخلى من الحوش السكنى الصغير الموجود بالدور الأرضى . ويحيط الدور الأول بعض الغرف السكنية وسور أو دورة عالية تحجب الرؤية وترمى بظلها على الحوش السكنى وعناصر المسكن الأخرى .

والمسكن يحتوى غالباً على غُرْفَتَى نوم يتم إنارتهما وتهويتهما عن طريق باب الغرفة فقط ، لذلك فغالباً لا تستعملان فى فصل الصيف بسبب شدة الحرارة ، لذلك تمتد النشاطات المعيشية لتشمل مساحات من السطح (أو الحوش العلوى) وفى معظم المساكن توجد مساحات مظللة للنوم على السطح .

ويتم الاتصال وتبادل الأخبار بين الجيران عن طريق السطح ذى الدورة العالية التى تسمح بالحفاظ على الخصوصية وفى نفس الوقت توفر وسيلة جيدة للاتصال بالعالم الخارجى .

المعالجة المناخية :

نتج عن الزيادة فى حجم الكثافة البنائية فى الخارجة القديمة عدة مميزات أهمها تلاصق المبانى السكنية الذى يؤدى إلى الحماية من الشمس والعواصف الرملية ، كما أن الحارات المغطاة تظل دائماً رطبة حتى فى فصل الصيف .

أما بالنسبة للمسكن فإن سمك الحوائط الطينية أدى إلى زيادة فى فترة التخلف الزمنى الذى يؤدى إلى بقاء الحجرات رطبة نهاراً وتبدأ الحرارة فى التسرب للداخل ليلاً

لتدفىء الحجرات وهذا النظام مفيد فى الشتاء حيث يزداد المدى الحرارى وتشتد البرودة ليلاً .

وتمارس الحياة والنشاطات اليومية فى الحوش السكنى العلوى ، الذى تحيط به الدراوى العالية ، حيث تسقط الظل على الحوش وعناصر المسكن الأخرى ، بالإضافة إلى المسطحات المظللة بفروع النخيل ، كأماكن للنوم فى الهواء الطلق .

وتتم المعالجة المناخية للأسطح بتغطية طبقة النهو الطينية الأخيرة بالقش وفروع النخيل للحماية من أشعة الشمس المباشرة ، بالإضافة إلى أنها وسيلة التخزين المتبعة لهذه المواد التى تستخدم فى التدفئة فى فصل الشتاء .

وتمنع الفتحات الصغيرة الضوء المبهر فى الخارج من الدخول ، فتوفر الراحة البصرية للساكن الذى يعمل معظم وقته فى الخارج ، كما تقلل أيضاً من نفاذ أشعة الشمس المباشرة والإشعاع الشمسى القوى .

كما يؤدى اتصال الحوش الأعلى والأسفل بواسطة بئر السلم إلى حدوث تيارات هوائية تساعد فى تلطيف الجو الداخلى للمسكن .

حى البستكية بمدينة دبى :

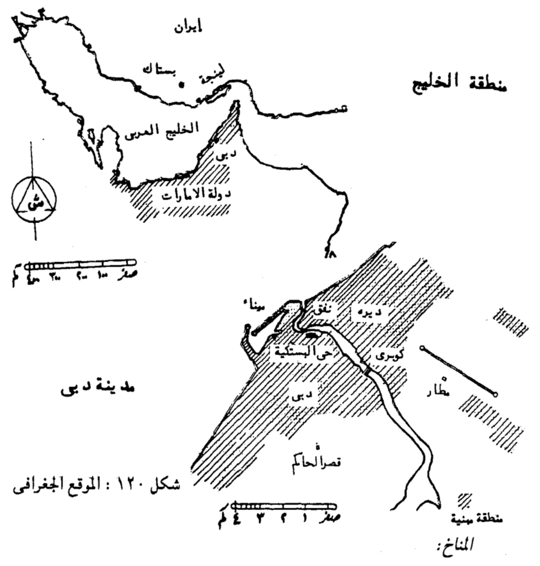
الموقع الجغرافى :

مدينة دبى هى عاصمة إمارة دبى ، إحدى الإمارات السبع التى تتألف منها دولة الإمارات العربية المتحدة ، وهى ميناء تجارى قديم يطل على الخليج العربى . وقد ازدادت أهميتها التجارية بعد التقدم والازدهار الحضارى الذى تشهده دولة الإمارات .

ويقسم المدينة خور من مياه الخليج ينتهى ببحيرة داخلية ، ويتصل قسما المدينة المسميان « ديره ودبى » عن طريق كبارى علوية ونفق تحت الخور .

ويقع حى البستكية على الضفة الجنوبية للخور فى منطقة مركز المدينة (شكل ١٢٠) .

ويرجع اسم الحى أساساً إلى مدينة « بستاك » الإيرانية التى أتى منها معظم التجار سكان الحى الأوائل .



شكل ١٢٠ : الموقع الجغرافى

المناخ:

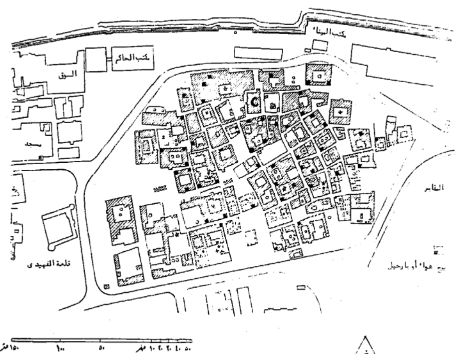
مناخ المدينة عموماً يتبع الأقليم " الصحراوى " الحار الجاف ، لكن بسبب تأثير المسطحات المائية المحيطة يلاحظ أن نسبة الرطوبة تزداد بدرجة كبيرة فى فصل الصيف ، حيث يتراوح متوسط درجة الحرارة أثناء النهار بين ٢٧° إلى ٤٩° مئوية ، وترتفع نسبة الرطوبة أيضاً لتصل إلى حوالى ٨٥ إلى ١٠٠٪ ، إلا أن هذه المتوسطات تقل أثناء الليل قليلاً .

ويلاحظ أن فصل الشتاء قصير نسبياً ، ولا يقل متوسط درجة الحرارة أثناء النهار عن ٢٠° مئوية ، ولكنه ينخفض انخفاضاً ملحوظاً أثناء الليل ليصل إلى حوالى ٨ إلى ١٠ درجات .

وتعتبر أبراج الهواء أو " البارجيل " كما يطلق عليها من أهم العلائم المميزة لحى البستكية حيث شاع استعمالها للتغلب على الظروف المناخية غير المريحة بالمنطقة ، كما أنها توجد أيضاً فى مناطق أخرى على امتداد الخليج العربى . والمعروف أن هذه الأبراج قد أقتبست من إيران حيث توجد هناك بأشكال متنوعة .

التجمع السكنى (شكل ١٢١) :

وزعت المساكن على قسائم سكنية تحاط كل قسيمة فى الغالب بشوارع من الأربع جهات ، مع ترك بعض القسائم بدون بناء لتشكل فراغات حضرية بين المبانى . وعلى هذا فإن النظام التخطيطى للحى يتبع النظام الشطرنجى مع عدم الالتزام باستقامة خطوط البناء (الشوارع) ، وأيضاً التنوع فى مساحات القسائم حسب الإمكانات المادية والاحتياجات الاجتماعية لأصحابها .



شكل ١٢١ : شكل التجمع السكنى فى حى البستكية

وفى الأصل كان القطاع الشمالى للحى يمتد على حافة الخور ليشكل موقعاً مثالياً لحى تجارى من حيث سهولة تفريغ وتخزين البضائع بالمنازل ثم الاتجار بها فى منطقة السوق المحيطة بالحى .

وفى الوقت الحاضر أُزيل الشريط الممتد على حافة الخور لتحتل مكانه منشآت ومكاتب الميناء ، كذلك مكتب حاكم الإمارة ، إلا أن الحى مازال يحتل مكانه المتميز فى وسط المدينة .

ويرجع أصل معظم سكان الحى إلى التجار الإيرانيين السنيين الذين أنشأوا الحى منذ ٨٥ سنة والذين كانوا حلقة الوصل بين ميناء لنجه الإيرانى ودبى العربى .

وتشكل مجموعات أبراج الهواء " البارجيل " خط السماء الحضرى المتميز للمجموعة .

ويحتوى كل منزل على واحد أو أكثر من هذه الأبراج التى يمكن أن تُعبر عن المستوى الاقتصادى لأهل المنزل وكذلك عن عدد العائلات التى تسكنه والتى تنتمى إلى عائلة واحدة كبيرة .

الوحدة السكنية (شكل ١٢٢ - ١٢٣ - ١٢٤) :

أهم ما يميز منازل البستكية بخلاف برج الهواء هو الحوش الداخلى الذى تلتف حوله عناصر المنزل وغالباً ما تزرع منه مساحة كبيرة . ويمكن اعتبار المثال المقدم مثال نمطى لغالبية المنازل بالحى ، وهو يتكون من دورين حول الحوش وبه ثلاثة أبراج هوائية تعلو ثلاث غرف (معيشة ونوم) فى الدور الأول ، إلا أنه توجد نماذج أخرى لبيوت من دور واحد وأخرى تضاف لها بعض الحجرات لتكون دوراً غير مكتمل ، كما يمكن أن يكون هناك برج هوائى واحد .

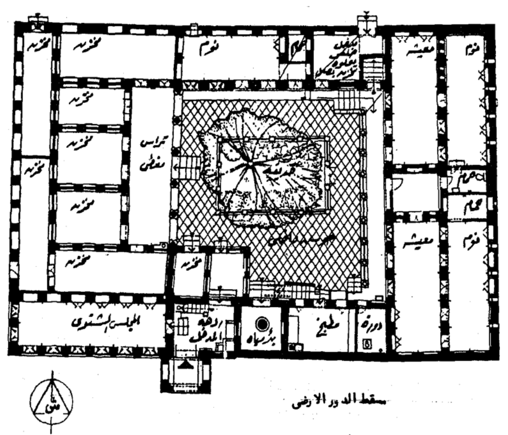
وقد صُمم المنزل ليسمح باستيعاب الزيادة فى عدد أفراد الأسرة وكذلك الأسر الجديدة نتيجة لزواج الأبناء ، فعلاوة على الأسرة الأساسية (الأب والأم) هناك ثلاثة من الأبناء الذين كونوا أسراً جديدة . وعلى هذا فقد وزعت الأسر ليختص لكل أسرة «خلية» عبارة عن غرفة معيشة يلاصقها غرفة نوم بحمام ، حيث تطل هذه العناصر بالإضافة إلى العديد من غرف المخازن وكذلك المطبخ ودورة المياه على الحوش الداخلى بالدور الأرضى . ويوجد للمنزل مدخلان أحدهما خاص بأهل ابيت ، والأخر يؤدى إلى قاعة الضيوف (المجلس) ، وذلك بالإضافة إلى مداخل المخازن من الشوارع الجانبية .

ويتكرر نفس التصميم تقريباً بالدور الأول بخلاف أعلى المخازن التى بنى فوقها صالة لم تكتمل ، ويمكن ملاحظة أبراج الهواء الثلاثة التى تسحب الهواء إلى غرف النوم والمعيشة أسفلها تماماً .

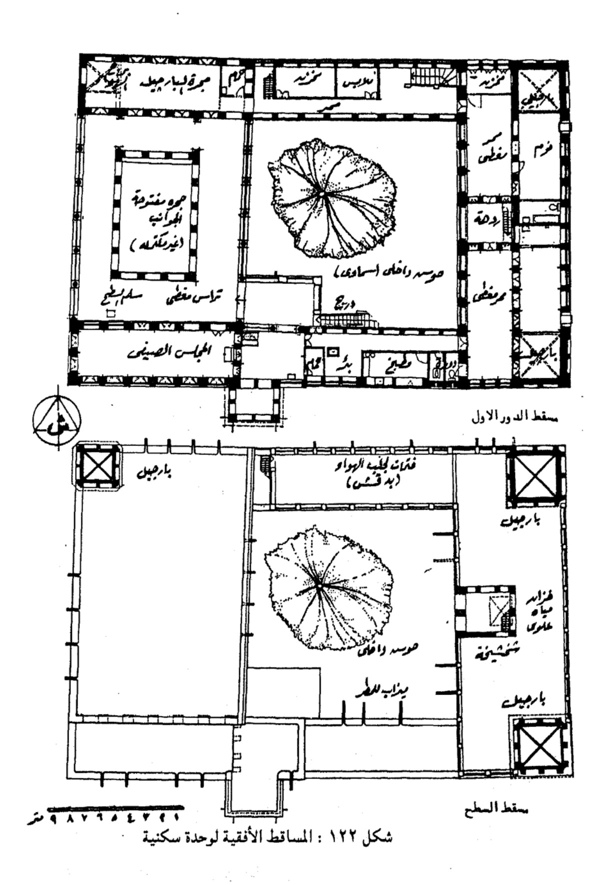
ويقدم المسكن الخصوصية لقاطنيه وخصوصاً المرأة بما يتوافق مع العادات والتقاليد الإسلامية ، حيث تستطيع أن تتحرك وتمارس النشاطات المختلفة فى الحوش الداخلى بحرية تامة بدون جرح لخصوصيتها ، فالحوائط والواجهات الخارجية ترتفع مصمتة فى الغالب ككتل خشنة ، يقابل هذه الواجهات والممرات المطلة على الحوش الداخلى ذات الأقواس الإيرانية المزينة والدرابزينات من الجص المشغول لتخلق جواً مميزاً من الضوء والظلال إلى جانب الأشجار الخضراء .

طريقة الانشاء ومواد البناء :

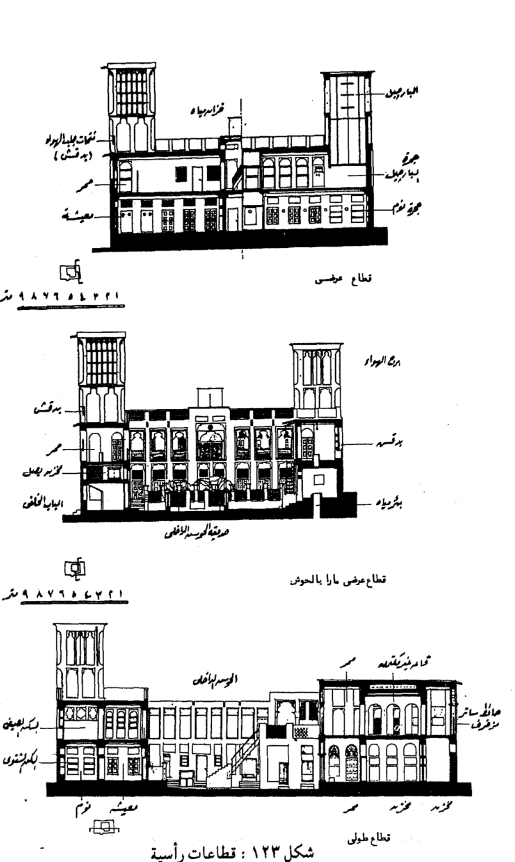
المنزل أنشأ أساساً بنظام الأعمدة والكمرات إلى جانب وجود الحوائط السميكة من الطوب . وقد بنيت الأساسات مستمرة على عمق متر واحد من سطح الأرض وبعرض مترين ، وذلك من خليط من الحجارة ومادة تسمى " الساروج " جلبت من إ يران وهى مادة قوية الشك والتصلد وتتميز عن الجبس والأسمنت بقوة الربط ، وهى تستعمل أيضا بعد سحقها وخلطها بالماء بدلا من المونة الأسمنتية .



شكل ١٢٢ : المساقط الأفقية لوحدة سكنية

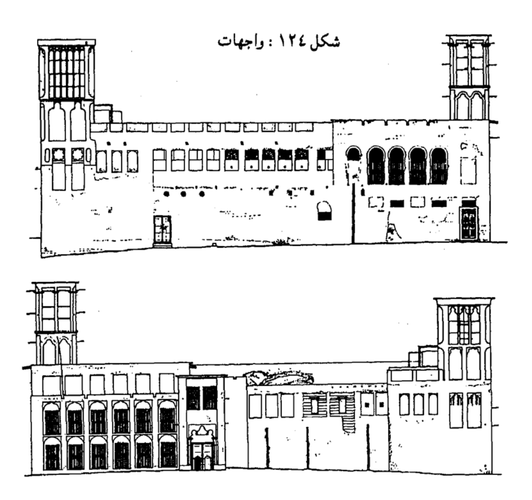


شكل ١٢٢ : المساقط الأفقية لوحدة سكنية



شكل ١٢٣ : قطاعات رأسية

شكل ١٢٤ : واجهات



وحيث إن التوصيل الحرارى لهذه المادة لا يزيد عن مبانى الطوب فإن الأسطح الداخلية للحوائط تبقى رطبة .

وقد بنيت الحوائط السميكة بين الأعمدة بالدور الأرضى من الطوب ، حيث تعطى عزل جيدا للغرف من درجات الحرارة المنخفضة لليالى الشتاء الباردة . أما القواطيع الداخلية وكذلك للغرف من درجات الحرارة المنخفضة لليالى الشتاء الباردة . أما القواطيع الداخلية وكذلك حوائط الدور الأول فهى أخف وأقل فى السمك حيث تحدد إستعمالها كفواصل فقط. وقد وزعت أكتاف الممرات بالدور الأرضى والأول على مسافات متساوية (حوالى ١ متر) بمقطع مربع سمكه ٦٠ سم ، وذلك من الأحجار المرجانية التى أمكن استخلاصها من الخور مباشرة كما بنيت الحوائط من نفس المادة وبنفس السمك .

كذلك استعملت قطع من الحجر الجيرى الخفيف (قصرمل) بمقاسات ٣ × ٢٠ إلى ٣٠ سم فى بناء القواطيع الداخلية وكذلك حوائط البرج الهوائى المتقاطعة . وقد

أستعمل البياض الجيرى كمادة نهو للحوائط . أما بالنسبة لنهو الأرضيات والأسقف فقد أستعمل خليط من القش والطين ، ويستعمل نفس الخليط فى أعمال الصيانة السنوية لسد الشقوق الناتجة عن حرارة الصيف . يتم نهو الأسقف على طبقة من جريد النخيل المرصوص أو حصيرة من الحبال والجريد المجدول وذلك لكى تتماسك مع مادة النهو . أما إنشاء السقف نفسه فهو من جذوع النخيل بطول ٣ أمتار فى المتوسط حيث تحدد بذلك بحر الغرف .

المعالجة المناخية :

أمكن التحكم فى المناخ بوساطة إستعمال البرج الهوائى ، وهى أهم الوسائل التى إشتهرت بها منازل حى البستكية ، حيث يتم سسحب الهواء الخارجى وخلق تيار داخلى للتهوية والترطيب . وفكرة البرج هى أنه مفتوح من الأربعة جوانب ليتمكن من سحب الهواء من أى اتجاه يهب منه سواء من ناحية الصحراء بهوائها الخفيف الجاف أو من ناحية البحر الذى يهب بقوة فى فترة بعد الظهر ويكون محمل بالرطوبة ورائحة البحر .

ويرتفع البرج الخاص بمنزل من دورين إلى حوالى ١٥ مترا من سطح الأرض ، وعند هذا الارتفاع تبلغ سرعة الهواء حوالى مرة ونصف إرتفاع البرج قدر تلك التى على إرتفاع متر واحد من سطح الأرض ويعتبر نصف إرتفاع البرج على الأقل كنفق مقفول تزداد . فيه سرعة الهواء المسحوب إلى أسفل ليسقط مباشرة فى الغرفة التى تقع أسفله ، حيث ينتهى البرح على إرتفاع ٢ متر من أرضية الغرفة ، ويخلق بذلك حركة هواء ديناميكية فى فراغ الغرفة .

وفى الغالب يتم فرش المكان أسفل البرج بوسائد للجلوس على الأرض وتناول الطعام والمسامرة ، أويستبدل عن ذلك بوضع سرير للنوم .

وفى حالة عدم الرغبة فى سحب الهواء أثناء فصل الشتاء مثلا يمكن غلق الفتحات اسفل البرج بضلف خشبية .

وعلى الرغم من دخول الكهرباء لمعظم منازل حى البستكية وبالتالى استعمال أجهزة التكييف الحديثة فإن غالبية السكان المتقدمين فى السن يفضلون المعيشة فى الغرف ذات " التكييف الطبيعى " ، ويجدر الإشارة إلى أنه من المفيد صحيا بالنسبة للإنسان عموما والأطفال على وجه الخصوص عدم التعرض للفرق فى درجة الحرارة الحاد للغرف المكيفة والخارج كما أن الأطفال بحكم تكوينهم ينتقلون للعب والجرى من مكان لمكان داخل المنزل مما يتسبب فى فتح أبواب الغرف باستمرار وإجهاد أجهزة التكييف واستهلاك الطاقة ، وعلى العكس من ذلك إن أبراج الهواء لها ميزة أنها لا تحتاج إلى صيانة وإصلاح الأعطال كما أنها لاتستهلك طاقة كهربائية .

ومن ناحية أخرى فإن مادة البناء المستعملة تتميز بأنها بطيئة التوصيل الحرارى نظرا لوجود مسام وفراغات بها مما يساعد على الاحتفاظ بدرجة الحرارة بالداخل أقل من الخارج نهارا ، ويبدأ الحائط فى إشعاع الحرارة ليلا داخل الغرفة فتدفئها فى ليالى الشتاء الباردة ، وكذلك مع وجود المدى االحرارى (الفرق الواضح بين النهار والليل) فى فصل الصيف .

ويجدر الإشارة إلى أن الشبابيك قد صممت بفتحة علوية وأخرى سفلية تفتحان للداخل ، وعلى هذا فيمكن حماية فراغ الغرفة من الحرارة الشديدة بالخارج نهارا ثم تفتح ليسمح لهواء الصباح الباكر والمساء بالدخول لترطيب الغرفة .

جزيرة بالى بأندونسيا

الأقليم المدارى المطير طول العام Hote humid zone

الموقع (شكل ١٢٥)

تقع جزيرة بالى البركانية شرقى جزيرة جاوة على خط عرض ٨ جنوب خط الاستواء وتقسمها سلسلة جبال بركانية تمتد من الشرق إلى الغرب وبها فوهتان لاتزالان تثوران حتى الآن وتمثلان الجبال المقدسة للجزيرة . ويمين ويسار سلسلة الجبال تمتد أرض خصبة غنية بمزروعاتها حتى شاطىء البحر .

الدين والمعتقدات :

بجانب الديانة الإسلامية فإن معظم أهالى بالى يعتنقون ديانة خليطاً من الهندوسية والبوذية وهى ترتبط إرتباطاً وثيقاً بالحياة اليومية والتجارة على الجزيرة ، حيث وضع العديد من التعاليم والتقاليد التى يجب الالتزام بها . وهناك احتفالات دينية كثيرة يسبقها دائماً « صراع الديوك » ويرجع أصله إلى القرابين المذبوحة ، ومن أهم الاحتفالات عند الباليين الاحتفال بحرق الموت الذى يمثل مناسبة غير حزينة ، حيث يعتبر الموت عندهم لحظة الخلاص من عذاب الحياة الدنيا .

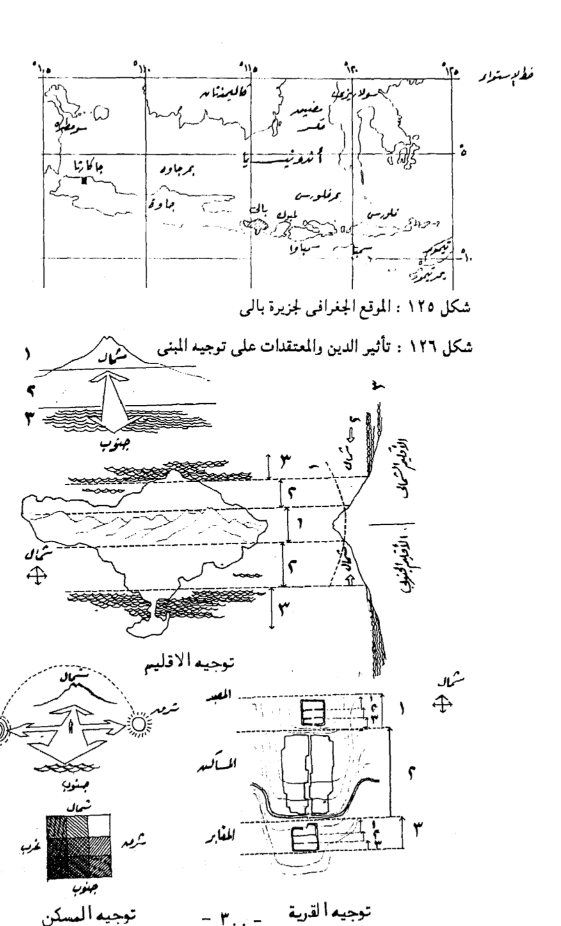
ويظهر تأثير الدين فى أماكن العمل مثل حقول الأرز التى نجد بها مكاناً لتقديم القرابين . ويمكن القول أن الدين يصوغ العمارة والبناء بوضع قوانين وقواعد يجب الالتزام بها وتنتقل من جيل إلى جيل عبر « معماريين من رجال الدين » الذين يحتفظون بها فى ألواح محفوظة . وهذه الألواح تحتوى على سبيل المثال ، الشروط الأساسية للعمارة والبناء ، تفاصيل للتصميم والتنفيذ ، مغزى وأهمية توجيه المبنى ، النسب الجمالية ، تداخل المبنى مع الطبيعة المحيطة ، تحديد أماكن الأبواب والمداخل ... وغيرها التى يمكن تناول بعضها بالإيضاح :

١ - *التوجيه* (شكل ١٢٦) :

ينظر أهل « بالى » إلى عالمهم على أنه كون مصغر يتكون من ثلاثة أجزاء ، الجزء السفلى والأوسط والأعلى ، وبنفس المنطق نجدهم ينظرون إلى أنفسهم ، الأقدام ، الخصر ، الرأس .

والأماكن فى الطبيعة هى تفسير لمعانى الدين والحياة ، فالجبال هى مقر الآلهة والأسلاف ومنها ينبع الماء لينحدر إلى الحقول فيحييها وهكذا ترتبط الجبال بمظاهر الخصوبة والصحة والسعادة .

والعكس من ذلك فى نظرتهم للبحر فمنه تُبعث الأرواح الشريرة والشياطين بالدمار والمرض فهو يمثل العالم السفلى . أما التوجيه إلى الشمس فله معنيان فالشرق هو الضياء والحياة والغرب هو الظلمة والموت .



شكل ١٢٥ : الموقع الجغرافى لجزيرة بالى

شكل ١٢٦ : تأثير الدين والمعتقدات على توجيه المبنى

وهذه المعتقدات لها تأثيرها الواضح على القرية ككل والمسكن كوحدة أساسية على السواء ، حيث نجد القرية تنقسم إلى ثلاث منطاق المنطقة الشمالية حيث تعق المعابد ، منطقة الوسط حيث الكتلة السكنية ثم الجنوب حيث المدافن .

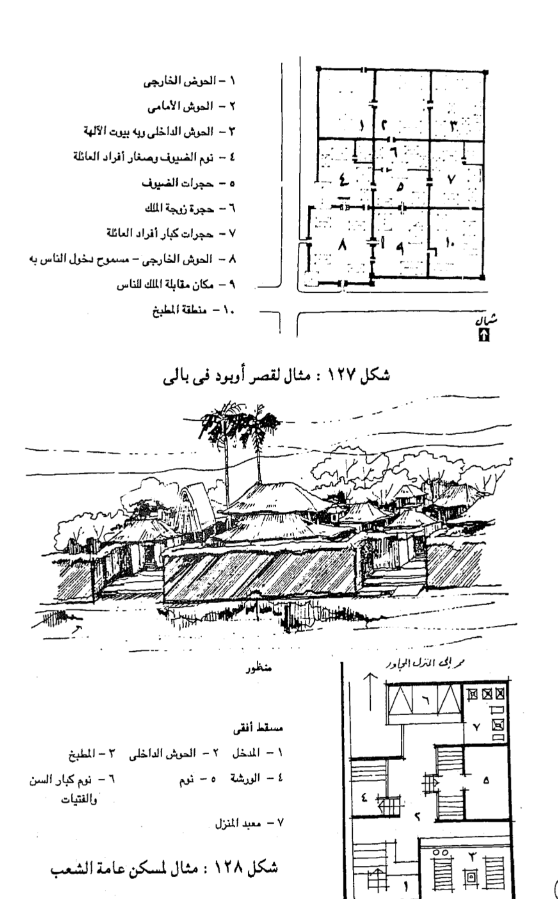
أما عناصر المسكن فتأخذ توجيهاً ثابتاً ، المطبخ فى الجنوب ، المعيشة مفتوحة فى الوسط ، عناصر مختلفة الاستعمال فى الشرق ، مخزن الأرز فى الغرب ، غرف نوم الأسرة فى الشمال وأخيراً مكان العبادة بالمنزل فى الشمال الشرقى وهو محصلة الاتجاهين المقدسين . وهذه العناصر موجودة دائماً سواء فى منزل صغير أو قصر كبير الذى يتميز فقط بأنه يحوى عدد أكبر من الغرف .

٢ - *النسب الجمالية :*

هناك علاقة قوية بين نسب وأبعاد عناصر المسكن وبين المالك إذ تؤخذ هذه المقاييس من حجم ومقاييس المالك أى طول قامته طول ذراعه ، قدمه وحتى أصابعه وهذه كلها يشتق منها وحدة القياس التكرارية (الموديول) التى تحدد نسب المنزل ومكانه فى الموقع وأيضاً أبعاد المدخل وعناصر الإنشاء حتى التفاصيل الدقيقة .

الوحدة السكنية شكل (١٢٧ - ١٢٨) :

تتشابه المساكن المنفصلة وخاصة الكبيرة منها مع الشكل العام للمعابد من حيث إحاطتها بسور ووجود حوش داخلى يحتوى على عناصر متنوعة كل له وظيفته المحددة ، مبنى النوم ، المعبد ، مبنى المطبخ ، المعيشة ... وهكذا نجد أن عناصر المسكن لا تقع تحت سقف واحد . والمبانى عموماً مفتوحة ، والحوائط وظيفتها قواطيع فاصلة وللحماية من الرياح . كذلك السقف يحمى من أشعة الشمس والأمطار . وتقوم فكرة المبانى المفتوحة على أساس التكامل والتداخل بين الحياة اليومية للسكان والطبيعة المحيطة . ويتم تشييد المسكن على مراحل فتبدأ بشونه الأرز ثم المطبخ وأخيراً غرفة نوم الأسرة ، ويلاحظ أن كل مرحلة تحتوى على منزل متكامل مصغر .



١ – الحوض الخارجى
٢ – الحوش الأمامى
٣ – الحوش الداخلى وبه بيوت الآلهة
٤ – نوم الضيوف وصغار أفراد العائلة
٥ – حجرات الضيوف
٦ – حجرة زوجة الملك
٧ – حجرات كبار أفراد العائلة
٨ – الحوش الخارجى – مسموح دخول الناس به
٩ – مكان مقابلة الملك للناس
١٠ – منطقة المطبخ

شكل ١٢٧ : مثال لقصر أويود فى بالى

منظور

مسقط أفقى

١ – المدخل ٢ – الحوش الداخلى ٣ – المطبخ
٤ – الورشة ٥ – نوم ٦ – نوم كبار السن والفتيات
٧ – معبد المنزل

شكل ١٢٨ : مثال لمسكن عامة الشعب

ونظراً لشدة الأمطار وتشبع الأرض بالرطوبة فإن أرضية مبانى المنزل ترتفع حوالى نصف متر عن سطح الأرض .

مواد البناء :

يعتبر الخشب أهم مادة بناء نظراً لوفرته . أما الطوب والحجر فيقتصران على مبانى المعابد وعلى الأسوار التى تحيط بمجموعة مبانى المسكن ، كذلك الأرضية والأساسات . أما الكمرات فمن الخشب والقواطيع الفاصلة تصنع من البوص المجدول ، كذلك يستخدم الخشب والبوص فى عمل السقف الذى يغطى بعد ذلك بطبقة سميكة من الحشائش وأوراق أشجار جوز الهند وقصب السكر .

تأثير المناخ على المسكن :

* لم يقتصر الأمر على وضع المساكن بصورة منفصلة وإنما امتد إلى فصل عناصر المنزل الواحد وذلك لسببين أساسين :

أولهما خلق حركة للهواء لتهوية وتخلل العناصر المختلفة .

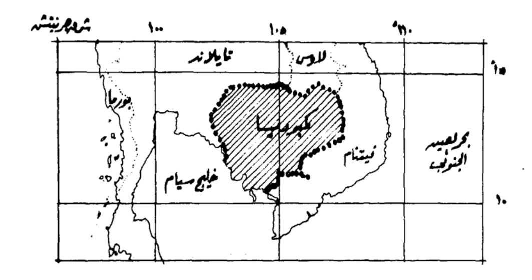
ثانيهما إعطاء الفرصة لكل عنصر « للتنفس » من خلال الحوائط والأسقف المنفذة للهواء مما يخف من حدة الشعور بالاختناق وعدم الراحة بسبب الرطوبة العالية .

* استعمال مواد بناء خفيفة ومسامية تسمح بتخلل الهواد للمسكن مما يخفف حدة تأثير الرطوبة الموجودة فى الجو على الإنسان فى الداخل .
* رفع أرضية المسكن وذلك للابتعاد عن الأرض المشبعة بالرطوبة .
* الميول الشديدة بالأسقف بسبب الأمطار .
* بروزات الأسقف للخارج وذلك لحماية واجهات المبنى من الأمطار الشديدة .

مسكن حديث بكمبوديا :

تقع كمبوديا فى جنوب شرقى آسيا بين خطى عرض ١١° و ١٤° شمالاً وخطى طول ١٠٢° إلى ١٠٧° شرقاً تحدها تايلاند ولاوس وفيتنام وتطل من الجنوب الغربى على خليج سيام (شكل ١٢٩) .

وهى بذلك تقع فى المنطقة الحارة الرطبة ذات الرياح الموسمية .



شكل ١٢٩ : الموقع

تم تنفيذ هذا المثال فى عام ١٩٦٣ ، فى إطار بحث تجريبى للوصول إلى شكل محدد لاستغلال الجهود الذاتية لإقامة مسكن ، وذلك باتباع طريقة حديثة واستخدام مواد غير تقليدية تحقق المتطلبات المناخية والمعيشية فى المناطق الحارة الرطبة ، وذلك بسبب النمو السكانى والظروف الاقتصادية التى جعلت من الصعب الاستمرار فى أسلوب الفردية فى تشييد المساكن .

وقد احترم التصميم الجديد فكرة المسكن التقليدى للمنطقة الذى يتناسب مع الظروف المناخية . فقد تحققت التهوية المستمرة حول المبنى وذلك برفعه عن مستوى الأرض للاستفادة من ظاهرة ارتفاع سرعة الهواء بالبعد عن سطح الأرض ، وقد سمح هذا بتخلل الهواء أسفل المبنى واستغلال هذه المنطقة المظللة .

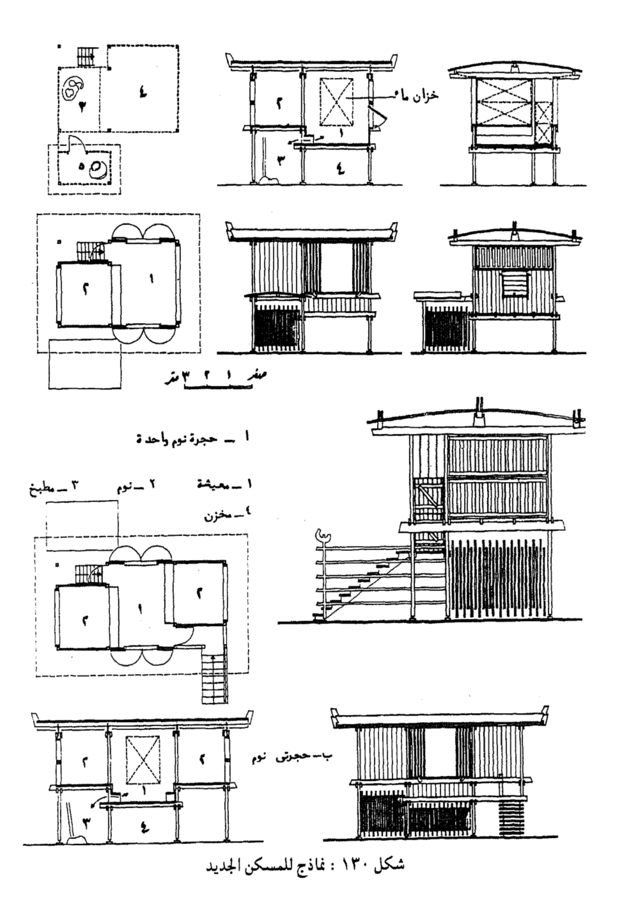
أما مستوى السكن فقد جعل على مستويين - خلافاً للمسكن التقليدى - وذلك لتحسين شكل الاتصال بين الفراغات المغطاة سواء من الناحية الوظيفية أو البصرية .

وقد صممت حوائط المبنى من « بانوهات » خشبية معتمة ولكن تسمح بتخلل الهواء وذلك لمقاومة أشعة الشمس ، وساعد على ذلك أيضاً بروز السقف العلوى الذى يظلل مسطحاً كبيراً من الواجهات (شكل ١٣٠) .

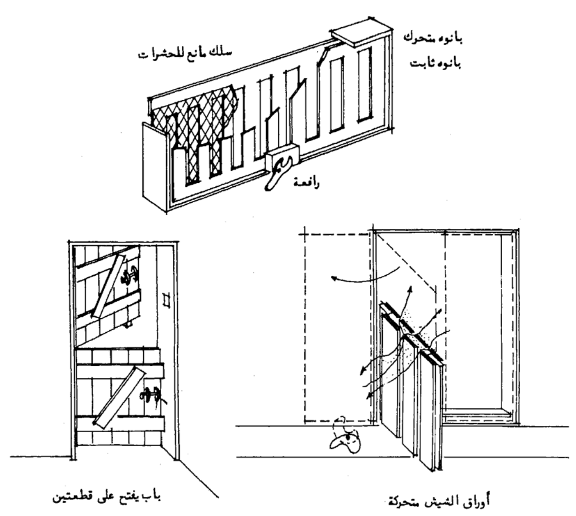
ولقد تركزت الجهود على التغطيات من حيث سهولة تركيبها وفاعليتها حيث تمثل عصب المبنى فى مثل تلك المناطق ذات الأمطار الغزيرة المستمرة (شكل ١٣١) وبهذا أمكن إيجاد البديل لاستخدام الطريقة التقليدية التى كانت تعتمد على استخدام كتل خشبية تكوّن الهيكل ومواد نباتية تمثل غطاء السقف حيث أصبحت غير عملية ولا اقتصادية .

والمسكن ذو مسقط مربع وهو من هيكل من القطاعات الخشبية الرأسية والأفقية .

ويؤدى اختلاف ارتفاع الكمرات إلى الميل المطلوب لتصريف مياه الأمطار ، هذا بالإضافة إلى مناسبته للتغطية بالرقائق المعدنية .



شكل ١٣٠ : نماذج للمسكن الجديد



شكل ١٣١ : تفاصيل تساعد على التحكم فى التهوية

استخدام الطاقة الشمسية فى التدفئة والتبريد :

منزل كلباف فى برنستون بولاية نيوجيرسى :

تقع برنستون شمال خط عرض ٤٠° ، وتسجل متوسط درجة حرارة سنوية حوالى ٨° مئوية ، وتحصل على حوالى ٣٥٪ من الإشعاع الشمسى الموجود شتاء .

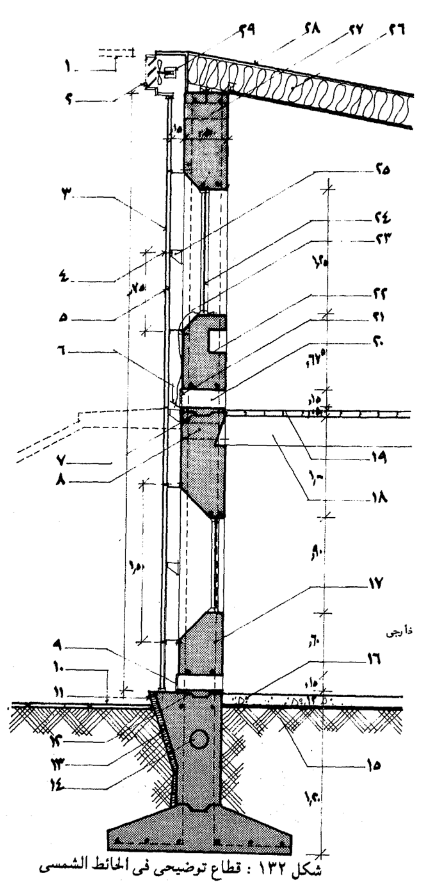
المسكن :

وضع المنزل على الحدود الشمالية لقطعة الأرض وذلك لتلافى الظلال التى قد تنتج ، كذلك لخلق فراغ خارجى كبير .

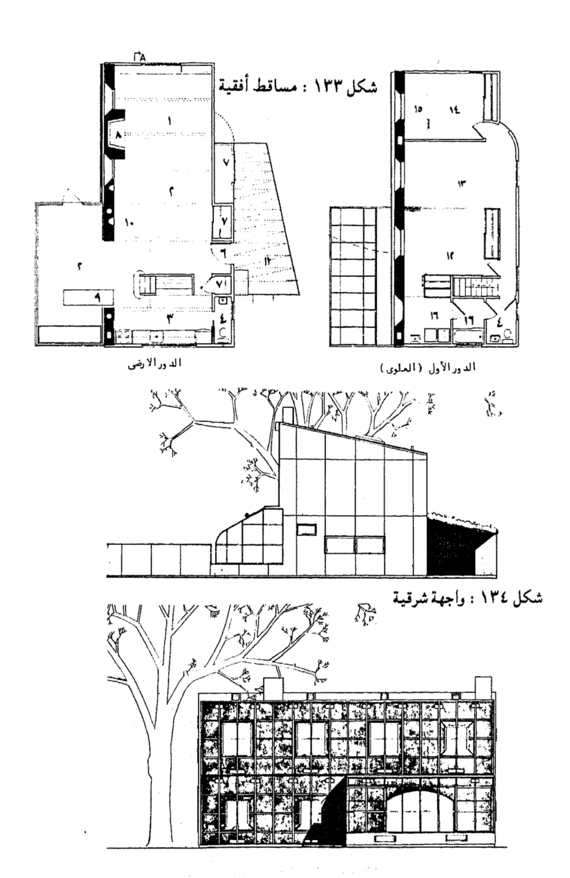
وتعتمد الفكرة التصميمية على وجود حائط خرسانى سمكه ٥٠ سم ويأخذ التوجيه الجنوبى ، بنىّ على بعد ١٢ سم خلف مسطح زجاجى مزدوج ليستقبل حرارة أشعة الشمس ثم ينقلها بالتالى إلى مسطح الحائط الخرسانى (٥٤ متر٢) الذى يقوم بتخزينها وإعادة إشعاعها (شكل ١٣٢) .

أما بقية الحوائط الشرقية والغربية والشمالية فتتكون من هياكل خشبية غطيت بألواح من خشب الشربين الأحمر من الخارج والألياف المعدنية العازلة من الداخل ومُلىء الفراغ بينهما بالألياف السليولوزية التى تم تجهيزها من معالجة أوراق الجرائد القديمة . وقد أمكن بهذه الطريقة الحصول على مقاومة حرارية ٣,٢ إلى ٣,٥ متر٢ . درجة مئوية/وات تمنع تسرب الحرارة للخارج .

١ - مظلة متحركة أو شجرة كبيرة لتوفير الظلال فى الصيف .
٢ - فتحة تهوية تعمل بثلاث طرق .
الشتاء : تغلق الأسلحة ويضاف لوح عازل
الاعتدالين : تفتح الأسلحة أو تغلق حسب الحاجة بواسطة ضغط المروحة .
الصيف : تفتح الأسلحة وتضاف شبكة واقية من الحشرات .
٣ - قطاعات ألومنيوم مثبت بها الزجاج .
٤ - قطاعات H من البلاستيك لتثبيت الزجاج
٥ - زجاج مزدوج مسلح يحتوى على نسبة منخفضة من الحديد .
٦ - صمام ألومنيوم يفتح صيفاً ويغلق شتاء
٧ - وصلة الصب .
٨ - فتحة تهوية سفلية ١٥ × ٣٠ سم .
٩ - صمام قماش وشبك .
١٠ - سطح عاكس .
١١ - كسوة ألومنيوم .
١٢ - وصلة صب .
١٣ - عازل رطوبة .
١٤ - توصيلة موقد غاز .
١٥ - ردم .
١٦ - ١٥ سم خرسانة عادية مصبوبة فوق طبقة عازلة للرطوبة .
١٧ - أسياخ حديد تسليح ∅ $\frac{٣}{٤}$ بوصة .
١٨ - الكمرات الرئيسية ٨ × ٢٤ سم .
١٩ - أرضية ألواح خشبية معشقة .
٢٠ - فتحة دخول الهواء ١٥ × ٦٠ سم .
٢١ - صمام من القماش للتحكم فى الهواء الساخن المرتد للداخل .
٢٢ - رف أو تجويف .
٢٣ - كابل للتحكم فى الصمام .
٢٤ - زجاج سمك ٤ مم يمكن تحريكه للوصول إلى الغلاف الزجاجى الخارجى .
٢٥ - قطاع ألومنيوم (شاسيه) .
٢٦ - عازل سليلوز سمك ٢٤ سم .
٢٧ - فتحة تهوية علوية ١٥ × ٣٠ سم .
٢٨ - نهر السطح بلفائف بيترمين عازلة للرطوبة .
٢٩ - مروحة لسحب الهواء ، وفى حالة عدم استعمالها يجب توسيع فتحة خروج الهواء .



شكل ١٣٢ : قطاع توضيحى فى الحائط الشمسى



شكل ١٣٣ : مساقط أفقية

شكل ١٣٤ : واجهة شرقية

واجهة جنوبية

ويتكون المسكن من دورين :

الأرضى ، ويحتوى على صالة المعيشة التى أخذت الاتجاه الجنوبى وقد عُولج الدور كفراغ واحد يفصله السلم عن المطبخ ، وأضيف إليه « منزل زجاجى » ليساعد النظام الشمسى للتدفئة (شكل ١٣٣) .

الدور العلوى : ويحتوى على ثلاث غرف مرصوصة بطول الحائط الخرسانى ، أما دورات المياه والحمام فأخذت الاتجاه الشمالى المطل على الشارع .

١ ــ حجرة معيشة	٥ ــ مدخل	٩ ــ فتحة للوصول إلى البدروم	١٣ــ حجرة مكتب
٢ ــ البيت الزجاجى (حجرة طعام)	٦ ــ دولاب	١٠ــ تجويف فى الحائط	١٤ــ حجرة أطفال
٣ ــ مطبخ	٧ ــ مخزن	١١ــ جراج	١٥ــ فراغ النوم
٤ ــ دورة مياه	٨ ــ مدفأة	١٢ــ غرفة	١٦ــ حمام

وقد رُوعى أن يكون مظهر المسكن بسيطاً وذلك للتعبير عن مزاياه الاقتصادية ، وقد تعمد المعمارى تلافى الأسقف التى تظللها أسقف أخرى أو سقوط ظلال أى أشجار تقلل من الحرارة النافذة إلى داخل المبنى (شكل ١٣٤) .

وتتم حركة الهواء طبيعياً بواسطة فتحات موجودة أعلى وأسفل الحائط الخرسانى وذلك فى مستوى الدورين الأرضى والعلوى (شكل ١٣٥) .

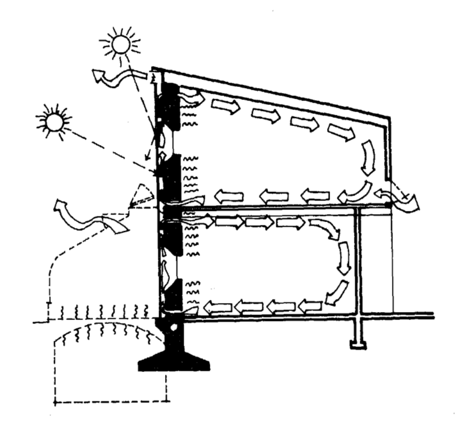
وفى فصل الصيف تقوم مروحة كهربية بزيادة حركة الهواء بين الحائط الخرسانى والغلاف الزجاجى وذلك لطرد الحرارة غير المرغوب فيها .

وفى حالة عدم كفاية النظام الشمسى للوصول إلى درجة التدفئة المطلوبة ، يمكن استعمال مدفأة غاز عادية مساعدة ، وهى منفصلة تماماً عن توصيلات نظام التدفئة بالطاقة الشمسية ، وبسبب بعد دورات المياه والحمام عن الحائط الخرسانى المشع فإن تدفئتها تتم عن طريق ثلاث دفايات قدرة ٢٥٠ وات .

وقد بلغ الوفر فى كمية الغاز المستخدم ٧٥٪ ، حيث لم يستهلك سوى ٢٥٪ من معدل الطاقة المستخدمة أصلاً ، قبل استعمال النظام الشمسى .

وقد بلغ متوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى ٢٠° ، ١٤° مئوية فى الدور الأرضى ، و ٢٢° ، ١٧° مئوية للدور العلوى . كما تم ضبط الترموستات الذى يتحكم

فى التدفئة على ١٦° إلى ١٨° مئوية ، حيث لا تعمل المدفأة إلا عند نقصان درجة حرارة الغرفة عن هذا الحد .



شكل ١٣٥ : قطاع يوضح مسار الهواء داخل المسكن

وقد كانت هناك بعض عيوب فى تصميم وتحقيق الفكرة اكتشفها المصمم بعد استعمال المسكن ، وإن كان قد توصل إلى كيفية علاجها :

١ - فى فصل الصيف ، يخرج الهواء الساخن المتجمع تحت سقف الغرفة من فتحات التهوية العلوية ليلاً ثم ينزلق بطول الحائط الزجاجى الخارجى ليدخل مرة ثانية من فتحات التهوية السفلية ، مما يقلل من معدل فقدان الحائط الزجاجى للحرارة ويزيد من الحمل الحرارى داخل الغرفة .

وأمكن علاج هذا العيب بواسطة صمام من القماش يمكن التحكم فيه سواء يدوياً أو ميكانيكياً ، وذلك لمنع الحركة المعاكسة للهواء .

٢ - صعود الحرارة إلى الدور العلوى بسبب بيت السلم المفتوح وعند استخدام التدفئة الصناعية ، حيث يهرب الهواء الأكثر سخونة إلى أعلى ويرفع درجة حرارة الدور العلوى من ٢° إلى ٣° مئوية عن الدور الأرضى .

ويمكن اعتبار هذا من المزايا ، حيث تكون غرف النوم دافئة إلا أن الفراغ السفلى يكون بارداً وغير مريح نسبياً أثناء الليل .

ويمكن توحيد درجة حرارة المبنى عن طريق فصل بيت السلم بواسطة باب أو بوضع ماسورة تعيد الهواء الساخن إلى أسفل بواسطة مروحة شفط .

٣ - التذبذب الكبير فى درجات الحرارة داخل البيت الزجاجى ، حيث يمكن أن تنخفض درجة حرارة الهواء داخلها من ٢٤° مئوية فى ظهر يوم مشمس من أيام الشتاء إلى ١٠° مئوية فى الليل .

والحل لهذا هو إضافة بعض براميل من الماء مدهونة باللون الأسود تعمل كمجمع حرارى لتقليل حدة الفرق فى درجات الحرارة ، وهى فى نفس الوقت تصلح لحمل أصص الزهور .

٤ - المعدل العالى لفقدان الحرارة فى البيت الزجاجى (مسطح ٢٠ متر٢ من الزجاج المفرد) حيث يبلغ متوسط كمية الحرارة المفقودة فى الساعة ٣٤ ميجا چول أى ٤٣٪ من الحرارة الكلية التى يفقدها المنزل ، وقد عولجت هذه المشكلة بجعل زجاج البيت مزدوجاً مما أدى إلى توفير ملحوظ للطاقة .

وعلاوة على هذا ينصح المصمم بمضاعفة عزل الحوائط الخارجية فى الاتجاهات الثلاثة الأخرى كذلك توسيع فتحات سريان الهواء إلى حدها الأقصى مع تزويدها بضلف لتلافى البرودة أثناء الليل .

* * *

المصطلحات

absolute humidity	الرطوبة المطلقة
absolute maximum minimum temperature	أقصى وأدنى درجة حرارة مطلقة تم تسجيلها
active solar energy	الاستخدام النشط (الإيجابى) للطاقة الشمسية
air-conditioning	تكييف الهواء
air draft	تيار هوائى
air humidification	ترطيب الهواء
air movement	حركة الهواء
air pollution	تلوث الهواء
air pressure	الضغط الجوى
air temperature	درجة حرارة الهواء
altitude	الارتفاع عن سطح البحر (جغرافى)
angle of incidence	زاوية السقوط
artificial sky	السماء الاصطناعية
building form	شكل المبنى
clear sky without sun	السماء الصافية بدون شمس
clearstories	الشبابيك العلوية
climate	المناخ
climate conditions	الظروف المناخية

climatical normals	المعدلات المناخية
comfort chart	خريطة الراحة
comfort scales	مقاييس الراحة
compact layout	التجميع المتضام (المتضاغط)
completely overcast sky	السماء المغطاة كلية بالسحب
condensation	التكثيف
conduction	التوصيل
contrast	التباين
convection	الانتقال
cooling	تبريد
courtyard	حوش (سكنى)
cross-ventilation	التهوية المتخللة
daylight	الإضاءة الطبيعية
daylight components	مركبات الإضاءة الطبيعية
daylight factor	معامل الإضاءة الطبيعية
dampers	نواشر الرطوبة
dehumidification	التجفيف (تقليل نسبة الرطوبة)
dew point	نقطة الندى
diagram of effective temperature	مقياس درجة الحرارة المؤثرة
diffuse	يبعثر الأشعة
direct sunlight	ضوء الشمس المباشر
disability glare	زغللة تعوق الرؤية
discomfort glare	زغللة مرهقة للعين

double roof	سطح مزدوج
dry bulb temperature	درجة حرارة الترمومتر الجاف
duration	مدة سطوع الشمس
ecology	الإيكولوجيا ، علم أثر البيئة
environmental conditions	الظروف البيئية
evaporation	البخر
externally reflected component	المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية
field of view	مجال النظر
field of vision	مجال الرؤية
filtration	ترشيح
form of the building	شكل المبنى
glare	الزغللة
glass factor	معامل الزجاج
globe temperature	درجة الحرارة الشاملة
graphical method	الطريقة البيانية
graphic representation	التمثيل البيانى (للمعلومات)
harmony	التجانس
heat capacity	السعة الحرارية
heat distibution	التوزيع الحرارى
heat stroke	ضربة شمس (أو حرارة)
high/low pressure	ضغط عالى / منخفض
horizon	خط الأفق
horizontal shadow angle	زاوية الظل الأفقية

hot arid zone	المنطقة الحارة الجافة (القاحلة)
hot-dry climate	المناخ الحار الجاف
hot-humid climate	المناخ الحار الرطب
hygrograph	جهاز قياس الرطوبة فى الجو
illuminance	شدة الإضاءة
indoor partitions	الفواصل الداخلية (القواطيع)
intensity	الشدة
internally reflected component	المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية
isolating material	مادة عازلة
latitude	خط العرض
longitude	خط الطول
louvers	أسلحة (رأسية أو أفقية)
lumen	وحدة قياس قوة اللمعان
luminance = Iuminous = brightness	القوة الضوئية = الإسطاع = اللمعان
lux	وحدة قياس شدة الإضاءة
maintenance factor	معامل الصيانة
masonary works	البناء بالطوب أو الحجر
marco-climate	المناخ العام للمنطقة
mean maximum temperature	متوسط درجة الحرارة العظمى
mean minimum temperature	متوسط درجة الحرارة الصغرى
mean radiant temperature	متوسط درجة حرارة الإشعاع
metabolism	التمثيل الغذائى (الدثور والتجدد فى الخلايا)
meteorology	علم الظواهر الجوية - الأرصاد الجوية

micro-climate	المناخ المصغر
moderate climate	المناخ المعتدل
monthly mean temperature	المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة
orientation	التوجيه
orientation chart	خريطة التوجيه
overheated period	الفترة شديدة الحرارة
partly cloudy sky	السماء المغطاة جزئياً بالسحب
passive solar energy	االاستخدام السلبى للطاقة الشمسية
perpendicular componant	لمركبة العمودية
photosynthesis	التمثيل الضوئى
polar climate	المناخ القطبى
porus materials	المواد المسامية
precipitation	الهطول (المطر الثلج البرد)
prevailing wind	الرياح السائدة
privacy	الخصوصية
psychrometer	مقياس رطوبة الهواء
psychrometric chart	خريطة قراءات الرطوبة النسبية
radial mask	قناع إظلال إشعاعى
radiation	الإشعاع
reflectance	قوة العكس
reflecting material	مادة عاكسة
relative humidity	الرطوبة النسبية
roof pool	بركة مياه السطح

rolling shutters	شباك حصيرة
sand storm	عاصفة رملية
saturation point	درجة التشبع
savanna zone	منطقة السافانا
segmental mask	قناع إظلال قوسى
shading device	وسيلة (أو عنصر) إظلال
shading mask	قناع الإظلال
shadow angle protractor	منقلة زوايا الظل
shadow angles	زوايا الظل
sky component	مُركَّبة السماء
skylights	فتحات السقف
smudge	الضباب الدخانى
solar altitude	زاوية ارتفاع الشمس
solar azimuth	زاوية السمت
solar collection	تجميع الطاقة الشمسية
solar collector	مجمع الطاقة
solar energy	الطاقة الشمسية
solar path diagrams	خرائط المسار الشمسى
solar radiation	الإشعاع الشمسى
sprinkler irrigation system	نظام رى النباتات بالرش
sub-tropical climate	المناخ شبه الاستوائى
sunbreaker	كاسرات الشمس
sunlight	ضوء الشمس

sunspace	طريقة الفراغ الشمسى
surface characteristics	خواص سطح المادة
temperature range	المدد الحرارى
thermal comfort	الراحة الحرارية
thermal conduction	التوصيل الحرارى
thermal convection	الانتقال الحرارى
thermal loading	الحمل الحرارى
thermal isolation	العزل الحرارى
thermal resistance	المقاومة الحرارية
thermal storage wall	الحائط المختزن للحرارة
thermosiphon	طريقة السيفون الحرارى
time lag	التخلف (التأخر) الزمنى
tropical climate	مناخ المنطقة الاستوائية
underheated period	الفترة الباردة
urban planning	التخطيط العمرانى
vectors	المتجهات
ventilation	تهوية
ventilator	مروحة
venetian blinds	الستائر المعدنية
vertical shadow angle	زاوية الظل الرأسية
visual field	المجال البصرى
weather	الطقس (حالة الجو)
wet bulb temperature	درجة حرارة الترمومتر المبلل

wind catcher	مجمع الهواء (الملقف)
wind control	التحكم فى الرياح
wind intensity	شدة الرياح
wind rose	وردة الرياح
wind tunnel	النفق الهوائى
wind velocitiy	سرعة الرياح
working plane	مستوى النشاط
zenith	نقطة السمت (الزوال)

المراجع

أولا : المراجع الأجنبية :

1 - Coles, Anne - Jackson, Peter ; A wind tower house in Dubai ; Art and Archaeology Research paper, June 1975 .

2 - El Wakil, Shafak ; Wohnen in agyptischen Wustengebieten ; dissertation, Stuttgart 1980 .

3 - Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay ; Manual of tropical housing and building - part One, Climatic design ; longman .

4 - Lippsmeier, Georg ; Building in the Tropical ; Callwey , Munich 1969.

5 - Mcguinness, Stein, Reynolds ; Mechanical and Electrical Equipment for building ; John Willey and Sons , New York, 6 th Editio 1980 .

6 - Neufert, E. ; Bauentwurfslehre ; Vieweg & Sohn , Braunschweig, 1979 .

7 - Ramsey, Sleeper ; Architectural Graphic Standards ; The American Institute of Architects, 7th Edition, New York , 1981 .

8 - Szokolay , SV ; Environmental Science Handbook for architects and builders ; The Construction Press, Lancaster, England , 1 st Edition , 1980 .

ثانيا : المراجع العربية :

١ - تانهيل ، إيفان راى - الجو وتقلباته - سلسلة كل شىء عن (٦) - دار المعارف - القاهرة ، الطبعة الخامسة ١٩٧٩ (مترجم) .

٢ - حسن فتحى - العمارة والبيئة - سلسلة كتابك ٣٧ - دار المعارف القاهرة ١٩٧٧ .

٣ - دكتور عبد الباقى إبراهيم - تأصيل القيم الحضارية فى بناء المدينة الإسلامية المعاصرة - مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية - القاهرة ١٩٨٢ .

٤ - مهندس علاء الدين ناجى سرحان - البيئة وأثرها فى العمارة فى مصر ، دراسة عن المناخ - رسالة ماجستير - جامعة الإسكندرية ١٩٨٢ .

٥ - فورسدايك أ . ج - الطقس - معهد الإنماء العربى - بيروت ١٩٨١ .

٦ - دكتور محمد بدر الدين الخولى - المؤثرات المناخية والعمارة العربية - دار المعارف - القاهرة ١٩٧٧ .

ثالثا : المجلات والدوريات :

1 - L'architecture daujourdhui , Mai - Juin 1973 .

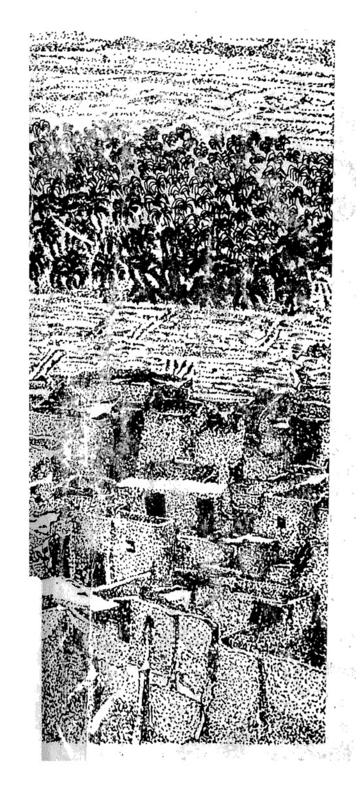
2 - L'architecture daujourdhui , Septembre 1977 .

3 - Bauwelt , 1982 Heft 6 / 7 .

4 - Techniques et architecture , Juin - Juillet 1977 .

رقم الإيداع ٤٢١٢ لسنة ١٩٨٩





هذا الكتاب

وضع الكتاب ليستفيد منه طالب العمارة والمهندس والمهتم بالبناء وتخطيط المدن ، حيث يوضح قواعد التصميم المناخى فى المناطق الحارة ، وهى التى تقع فيها معظم الدول النامية ومن بينها مصر والعالم العربى ، بحيث يتلاءم التصميم مع طبيعة الظروف المناخية المحيطة والوضع الاقتصادى لتلك الدول .

ويعتبر هذا الكتاب جديداً فى مادته على المكتبة العربية ، فهو من المؤلفات الدراسية المتخصصة التى تبدأ من التعريفات الأساسية لعناصر المناخ ، وتتدرج بالدراسة من تأثير تلك العناصر على الإقليم والتجمع السكنى ثم الوحدة السكنية بمكوناتها ، إلى الأساليب المختلفة لمعالجة هذا التأثير للوصول إلى الراحة الفسيولوجية للإنسان ، وتكون الخاتمة مجموعة من الأمثلة التقليدية والحديثة فى هذا المجال ، حيث يستدعى عظم تأثير المناخ على طبيعة الحياة محاولة معالجته أو على الأقل التكيف معه ، وخاصة فى مجالى العمارة وتخطيط المدن .